

Proyecto Fin de Carrera

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN COLEGIO EN MADRID

Autor

José Ignacio Omedes Domene

Director

Carlos Monné Bailo

EINA-UNIZAR

Ingeniería Técnica Industrial esp. Mecánica

Junio 2013

INDICE

1 .- ANTECEDENTES	4
2 .- NORMATIVA	8
3 .- OBJETIVOS	11
4 .- DEFINICION DEL EDIFICIO	12
4.1 .- DESCRIPCION DEL EDIFICIO	12
4.2 .- VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO LIMITACIÓN DEMANDA HE-1	20
4.3 .- ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO	21
4.4 .- CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO EN CALENER GT	22
4.5 .- SISTEMA DE PRODUCCION DE ACS	25
5 .- LÍDER	26
5.1 .- DESCRIPCIÓN	26
5.2 .-RESULTADOS	27
5.3 .-ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	31
6 .- CALENER GT	40
6.1 .- DESCRIPCIÓN	40
6.2 .- RESULTADOS	41
6.3 .- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	43
7 .- PROPUESTA DE MEJORA	49
7.1 .- PROPUESTA LÍDER	49
7.2 .- PROPUESTA CALENER	51
7.3 .- COSTES Y AMORTIZACIÓN	54
7.4 .- OTRAS MEDIDAS DE AHORRO	55

1. ANTECEDENTES

En 1997, en un encuentro llevado a cabo por los principales países en Kioto, se debatió el panorama medioambiental del planeta actual y venidero. De este encuentro se desprendió la necesidad de un cambio radical por parte de los Estados, para frenar el cambio climático global. Así se firmó el Protocolo de Kioto, el primer y único gran tratado medioambiental vinculante para la comunidad internacional en la que los estados firmantes se comprometían a poner coto a sus vertidos atmosféricos. Entre 2008 y 2010 deberán reducir, en conjunto, un 5,2% por debajo de los índices de 1990, año de referencia, las emisiones de 6 gases de efecto invernadero.

En la actualidad la sociedad empieza a ser consciente de que un mejor aprovechamiento energético conlleva reducir los consumos de energía y con ello la demanda. España ocupa el séptimo lugar en dependencia energética de la UE-27 con una tasa de dependencia del 81,4%, 4,7 puntos porcentuales más que en el año 2000, según los datos del Eurostat referentes al año 2006 recogidos hoy por el Instituto de Estudios Económicos (IEE). Una disminución de la dependencia energética con otros países, combinado con una estrategia de fomento de las energías renovables podría ser un gran avance para España económica y medioambientalmente.

El 16 de febrero de 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto en el que se comprometen 141 países, entre ellos España. España arrancó con una situación complicada, pues cuenta con un 30% de emisiones más de las permitidas.

Por otro lado, el sector de la vivienda y el de servicios absorbe más del 40% del consumo final de energía en la Comunidad Europea, y la tendencia es a seguir aumentando. Esto implica una parte importante de las emisiones de dióxido de carbono.

Durante la segunda mitad del siglo XX unos procesos de urbanización y edificación acelerados han configurado la realidad actual de una gran parte del patrimonio edificado de nuestro país. Estos grandes procesos de urbanización han generado unos entornos edificados que dan satisfacción razonable a las necesidades básicas de la mayoría de la población española. Sin embargo, la gran cantidad de nueva edificación construida en los últimos años y en décadas anteriores no siempre ha alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas demandas de los ciudadanos. Efectivamente, la sociedad española, como ocurre en los países de nuestro entorno, demanda cada vez más calidad en los edificios y en los espacios urbanos.

El edificio es un consumidor de energía de forma continuada, desde su construcción, durante su uso y hasta su destrucción, en cantidades muy importantes, generando al mismo tiempo emisiones contaminantes.

España es el país de la Unión Europea (UE) con mayor consumo energético en el sector terciario, además de ser el de mayor potencial de aprovechamiento de las fuentes de energía renovables.

Este consumo energético y el impacto ambiental a él asociado pueden y deben ser reducidos de forma drástica, mediante una serie de medidas, relacionadas, por un lado, con el planeamiento urbanístico y por otro, a través de la articulación de una serie de estrategias que permitan que la energía pueda entrar a formar parte de los criterios de partida de los proyectos.

Como estado miembro, ha llevado a cabo la transposición de esta Directiva aprobando el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, de Certificación Energética de los Edificios de Nueva Construcción. Además, en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, se aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que se establecen reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

A través de esta normativa se da satisfacción a ciertos requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas, que se refieren, tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad para personas con movilidad reducida.

Entre otras Estrategias es importante mencionar:

Certificación energética de edificios, basada en proporcionar, a los compradores de edificios, una información clara y concreta sobre la eficacia energética del mismo, de forma que permita incorporar este criterio en su decisión de compra. Principal objetivo de este proyecto.

Ordenanzas municipales y normativas urbanísticas comprometidas, en la medida que el ahorro energético y la protección del medio ambiente responden a objetivos asumidos por la sociedad.

Beneficios fiscales para edificios de alta calidad energética y para los planes de ordenación con buenas soluciones energéticas.

Disponibilidad de infraestructuras energéticamente eficientes. La oferta de alternativas energéticas basadas en esquemas eficientes o de bajo impacto ambiental, facilita la utilización de soluciones eficientes.

Internalización de costes ambientales. La inviabilidad económica de algunas medidas de ahorro energético se debe a que los costes ambientales del consumo de energía no estén reflejados en su precio.

Esta normativa contribuye de manera decisiva al desarrollo de las políticas del Gobierno de España en materia de sostenibilidad, en particular del Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, y se convierte en instrumento de compromisos de largo alcance del Gobierno en materia medioambiental, como son el Protocolo de Kyoto o la Estrategia de Göteborg.

La Estrategia de ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) 2004-2012, aprobado por el Gobierno el 28.11.2003, definió sobre un escenario al horizonte de dicha Estrategia, los potenciales de ahorro y las medidas a llevar a cabo al objeto de mejorar la intensidad energética¹ de nuestra economía e inducir un cambio de convergencia hacia los compromisos internacionales en materia de medio ambiente. Sobre esta Estrategia se concretó un Plan de Acción para el periodo 2005-2007, actualmente en vigor, con concreción en las medidas e instrumentos a activar en dicho periodo, la financiación del mismo y los objetivos energéticos y medioambientales a lograr en dicho periodo.

Un nuevo Plan de Acción, para el periodo 2008-2012, continuación en el tiempo del anterior completa el horizonte de aquella Estrategia, recoge el testigo y la experiencia de los tres años de gestión del anterior plan de acción, y se focaliza hacia los sectores menos visibles, denominados difusos (principalmente transporte y edificación), y en los que se requieren nuevos instrumentos orientados a un público objetivo muy atomizado y con patrones de comportamiento muy diversos.

Gracias a esa experiencia, se ha introducido en la propuesta inicial con respecto a la E4, un esfuerzo adicional, fundamentalmente económico y normativo, en respuesta a la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia que persigue el cumplimiento español del protocolo de Kyoto, pues representa un reto adicional especialmente en los sectores difusos.

Así, la Directiva 2006/32/EC, sobre eficiencia en el uso final de la energía y los servicios energéticos, define un marco de esfuerzo común para conseguir un ahorro de un 9% en el año 2016.

En este contexto, el IDAE está promoviendo acciones para la eficiencia energética en edificación, en el marco de los Planes de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E4) y se pueden citar los siguientes:

Para edificios existentes, se consideran apoyos económicos, en el marco de la E4, a las siguientes medidas:

- Rehabilitación de la envolvente:
- Incremento del nivel de aislamiento en fachadas, cubiertas y soleras.
- Mejora del nivel de aislamiento y reducción de infiltraciones en ventanas.
- Renovación de las instalaciones térmicas:
- Renovación del Parque de Calderas de Calefacción y ACS.
- Renovación del Parque de Grupos de Frío.
- Renovación del Parque de unidades de tratamiento de aire.
- Renovación de las instalaciones de iluminación interior:
- Sustitución de lámparas incandescentes por otras de bajo consumo en residencial.
- Renovación de la iluminación en edificios del terciario.

Para Edificios de Nueva Construcción, el IDAE, junto al Ministerio de la Vivienda, ha promovido una serie de medidas normativas a nivel estatal, fruto de la transposición de la Directiva de Eficiencia energética en Edificios.

Estas son:

- EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. La aprobación del CTE supone un gran avance en la reducción de los consumos directos de energía en el uso de los nuevos edificios en España, ya que incluyen exigencias que van a permitir una reducción entre el 30-40% del consumo de energía de los edificios.
- EL REGLAMENTO PARA LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE), supone la revisión y modificación de la reglamentación vigente sobre instalaciones térmicas de los edificios y recoge todo lo que es de obligado cumplimiento sobre la seguridad, bienestar, higiene y eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios.
- LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS consiste en la implantación de un procedimiento de etiquetado energético del edificio que servirá como herramienta de información al consumidor en el momento de cualquier transacción comercial del mismo.

Se puede decir que la nueva normativa energética propone un cambio radical en la forma de diseñar los edificios y sus instalaciones consumidoras de energía. El proyecto, el edificio terminado y el edificio en uso serán calificados energéticamente a lo largo de su vida útil. Nos encontramos en las primeras etapas de este proceso, que en los próximos años se deberá ir consolidando. Además, el Plan de Acción de la E4 incorpora ayudas para la construcción de nuevos edificios con alta calificación energética, clases A y B.

2. NORMATIVA

El Código Técnico de la Edificación da cumplimiento a los requisitos básicos de la edificación establecidos en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad, la sostenibilidad de la edificación y la protección del medio ambiente.

Por un lado, la aprobación del Código Técnico de la Edificación supone la superación y modernización del hasta el entonces vigente marco normativo de la edificación en España, regulado por el Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa de la edificación, que estableció las Normas Básicas de la Edificación, como disposiciones de obligado cumplimiento en el proyecto y la ejecución de los edificios.

Por otro, el Código Técnico de la Edificación crea un marco normativo homologable al existente en los países más avanzados y armoniza la reglamentación nacional existente en la edificación con las disposiciones de la Unión Europea vigentes en esta materia. En primer lugar, con las relativas a la libre circulación de productos de construcción dentro del mercado único europeo.

En segundo lugar ha de considerarse la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de los edificios, en virtud de la cual se han incorporado al Código Técnico de la Edificación las exigencias relativas a los requisitos de eficiencia energética de los edificios, que se establecen en los artículos 4, 5 y 6 de esta Directiva.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).

REAL DECRETO 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. (Recientemente implantado y reemplazando al anterior de 2007).

El Código Técnico de la Edificación se divide en dos partes, ambas de carácter reglamentario.

En la primera se contienen las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos de seguridad y habitabilidad de la edificación.

La segunda parte está constituida por los Documentos Básicos cuya adecuada utilización garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas. En los mismos se contienen procedimientos, reglas técnicas y ejemplos de soluciones que permiten determinar si el edificio cumple con los niveles de prestación establecidos. Dichos Documentos no tienen carácter excluyente. Como complemento para la aplicación del Código se crean los Documentos Reconocidos como aquellos documentos técnicos externos e independientes del Código cuya utilización facilita el cumplimiento de determinadas exigencias y contribuyen al fomento de la calidad de la edificación.

Documento Básico HE: Ahorro de Energía

- El objetivo del requisito básico «Ahorro de energía» consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
- Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- El Documento Básico «DB-HE Ahorro de Energía» especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

A través de este Código Técnico de la Edificación se crea un nuevo marco normativo para regular las exigencias básicas de calidad en los edificios. El CTE está dividido en 3 capítulos con un total de 15 artículos. El capítulo 3 contiene los documentos básicos de calidad que se desarrollan en los artículos 10, 11, 12, 13, 14 y 15. A continuación se muestra la estructura dada en el CTE:

- Artículo 10: Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)
- Artículo 11: Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)
- Artículo 12: Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU)
- Artículo 13: Exigencias básicas de salubridad (HS)
- Artículo 14: Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)
- Artículo 15: Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

Obligatoriamente el edificio debe cumplir con las exigencias de ahorro de energía del CTE. Como se acaba de ver, estas exigencias están recogidas en el artículo 15 que se estructura como se muestra a continuación:

- HE 1: Limitación de demanda energética
- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones e iluminación
- HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS)
- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

El objetivo que persigue este requisito básico es lograr que se haga un uso racional de la energía en los edificios así como conseguir que una parte del consumo proceda de fuentes renovables (energía solar térmica y solar fotovoltaica fundamentalmente). En definitiva se pretende que el consumo sea un consumo sostenible. Es fundamental tener en cuenta que esta limitación del consumo energético no debe afectar a las condiciones de bienestar térmico de los ocupantes del inmueble.

3. OBJETIVOS

El objetivo del siguiente proyecto consiste en realizar un estudio de la limitación de la demanda y certificación energética de un colegio situado en Madrid.

Por ello, apoyándonos en las herramientas informáticas *LIDER* y *CALENER GT*, realizaremos el diseño de dicho edificio y comprobaremos que cumple con la normativa vigente en cuanto a envolvente arquitectónica. También realizaremos un cálculo para conocer que calificación energética le corresponde conforme al sistema climatológico instalado, además de estimar su consumo energético mensual y anual.

Continuaremos realizando un estudio de las posibilidades que ofrece *LÍDER* y de qué manera repercuten en el edificio, para conocer cómo afecta el uso o la variación de elementos de los cerramientos a la demanda estimada por *LÍDER*.

Análogamente, y respetando los subsistemas secundarios, se realiza un estudio similar para los equipos de producción en Calener GT, y con ello conoceremos que máquinas son más productivas y como afectan a nuestro edificio.

Finalmente, gracias a la información obtenida, se proponen una serie de mejoras o alternativas en dicho colegio y se calcula su ahorro energético. También se tratará de conocer los costes de dichos cambios para plasmar la amortización de dichas mejoras.

4. DEFINICION DEL EDIFICIO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio que se describe a continuación es un centro de educación infantil y primaria situado en Madrid.

Sobre este edificio se realizara la verificación de la limitación de la demanda según el método general mediante el programa LIDER, y para las instalaciones propuestas en los diferentes apartados se efectuará la certificación energética mediante el programa CALENER GT.

Descripción arquitectónica:

El edificio se dispone en dos alturas y se deja preparado para en un futuro duplicar el número de aulas efectuando un cerramiento de fachada en el porche de infantil, aumentando la superficie de comedor y generando una nueva planta segunda.

Los usos y ocupaciones que se desarrollan básicamente son los siguientes:

Planta Baja: 3 aulas de infantil, administración y Apas, gimnasio, usos múltiples, Psicomotricidad, Comedor, Oficio, Aseos y Salas Técnicas.

Planta Primera: 6 aulas de primaria, varias aulas didácticas, biblioteca, tutorías y aseos.

Todas las instalaciones han sido diseñadas y dimensionadas para la capacidad final y se han dejado las previsiones de los puntos de entronque hidráulicos, capacidad de ampliación en cuadros, etc.... Por lo que es conveniente el observar, además de los planos de proyecto, los planos del estado definitivo para la segunda fase que recogerá las siguientes ampliaciones:

Superficie construida 1ª fase: 2.849,41 m².

Superficie ampliación 2ª fase: 700,00 m².

Se adjuntan los planos de planta baja y primera en el anexo 1 de este documento.

Distribución de superficies:

La distribución de superficies del edificio se describe a continuación para cada una de las plantas.

Planta Baja:

SUPERFICIES ÚTILES CERRADAS

ESTANCIAS	SUPERFICIES
Distribuidor 1	39,46 m ²
Usos multiples	122,46 m ²
Aula gimnasio	199,27 m ²
Pasillo 4	22,38 m ²
Almacén 2	8,66 m ²
Aseo 3	6,66 m ²
Vestuario 1	9,69 m ²
Aseo 1	10,78 m ²
Vestuario 2	9,87 m ²
Aseo 2	13,03 m ²
Instructor	9,74 m ²
Acceso B	17,02 m ²
Vestíbulo	79,54 m ²
Conserje-reprografía	6,91 m ²
Pasillo 1	11,89 m ²
Pasillo 2	31,74 m ²
Aula primer ciclo	50,86 m ²
Aseo infantil 1	3,44 m ²
Aula segundo ciclo	49,61 m ²
Aseo infantil 2	9,09 m ²
Aula tercer ciclo	49,62 m ²
Espacio psicomotricidad	81,46 m ²
Visitas	22,41 m ²
Secretaría	35,01 m ²
Archivo	6,95 m ²
Aseo Profesores	5,91 m ²
Despacho director	15,76 m ²
Despacho Jefe de estudios	11,19 m ²
Sala profesores	28,92 m ²

A.M.P.A-alumnos	15,92 m ²
Vestíbulo A.M.P.A	2,94 m ²
Aseo 4	4,00 m ²
Vestíbulo Indep.	4,03 m ²
Cuarto de limpieza	2,08 m ²
Calefacción	29,56 m ²
Acceso A	5,46 m ²
Comedor	154,14 m ²
Distribuidor 2	22,80 m ²
Aseo 5	6,22 m ²
Aseo comedor	4,79 m ²
Almacén 1	19,45 m ²
Pasillo 3	25,07 m ²
Distribuidor 3	8,37 m ²
Cocina	31,18 m ²
Despensa	4,42 m ²
Aseo personal no docente (P.N.D)	11,42 m ²
Cuarto de basuras	3,63 m ²
Almacén 3	8,53 m ²
C.E.G.	4,47 m ²
Grupos hidráulicos	8,33 m ²
Escalera	22,84 m ²
Ascensor	5,00 m ²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL CERRADA PB 1.373,96m²

SUPERFICIES ÚTILES ABIERTAS PB

ESTANCIAS	SUPERFICIES
Porche acceso	51,19 m ²
Porche infantil	263,66 m ²
Porche patio primaria	178,18 m ²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL ABIERTA PB 493,03 m²

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA PB 1.556,04 m²

Planta Primera:

SUPERFICIES ÚTILES

ESTANCIAS	SUPERFICIES
Vestíbulo	102,90 m ²
Pasarela S. multiusos	48,69 m ²
Pasarela gimnasio	36,88 m ²
Pasillo 1	96,79 m ²
Aula 1	52,85 m ²
Aula 2	52,63 m ²
Aula 3	52,64 m ²
Aula 4	52,64 m ²
Aula 5	52,63 m ²
Aula 6	53,37 m ²
Informática	48,65 m ²
Aula taller música	49,15 m ²
Aseo masculino	13,96 m ²
Aseo femenino	16,86 m ²
Aseo minusválidos	6,30 m ²
Aula recursos plástica	49,28 m ²
Pequeño grupo 1	26,33 m ²
Pequeño grupo 2	26,10 m ²
Distribuidor	31,11 m ²
Pasillo 2	33,06 m ²
Biblioteca	70,82 m ²
Tutoría 1	13,68 m ²
Tutoría 2	13,46 m ²
Escalera	21,21 m ²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL P1	1.021,99 m²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA P1	1.202,25 m²

Resumen de Superficies:

CUADRO DE SUPERFICIES ÚTILES

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA	1.373,96 m ²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA PRIMERA	1.021,99 m ²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA SEGUNDA	56,33 m ²
TOTAL SUPERFICIES	2.452,28 m ²

CUADRO DE SUPERFICIES CONSTRUIDAS

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA PLANTA BAJA	1.556,04 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA PLANTA PRIMERA	1.202,25 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA PLANTA SEGUNDA	91,12 m ²
TOTAL SUPERFICIES	2.849,41 m ²

Descripción de los cerramientos:

Los cerramientos del edificio se describen a continuación especificando materiales que los componen y sus espesores correspondientes. Estos son:

Cubierta

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ESPESOR (m.)</u>
Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,050
Subcapa, fieltro	0,003
Polipropileno [PP]	0,010
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,080
Polipropileno [PP]	0,010
Betún fieltro o lámina	0,020
BH convencional espesor 250 mm	0,250
Pladur	0,010

Muro de fachada

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ESPESOR (m.)</u>
Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	0,200
Betún fieltro o lamina	0,005
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,07
Pladur	0,02
Linóleo	0,001

Forjado a suelo planta baja

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ESPESOR (m.)</u>
Plaqueta o baldosa cerámica	0,015
Mortero cemento o cal albañilería para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$	0,020
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,060
BH convencional espesor 250 mm	0,25
Cámara sanitaria ligeramente ventilada de $h < 1\text{m}$.	
Suelo terreno	

Forjado a suelo planta primera y techo porche

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ESPESOR (m.)</u>
Plaqueta o baldosa cerámica 0,015	
Mortero cemento o cal albañilería para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$	0,020
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,060
BH convencional espesor 250 mm	0,250
Pladur	0,010

Tabique interior

<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ESPESOR (m.)</u>
Linóleo	0,001
Pladur	0,020
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060
Pladur	0,020
Linóleo	0,001

Tabique Interior EI

DESCRIPCIÓN	ESPESOR (m.)
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,010
BH convencional espesor 150 mm	0,150
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060
Pladur	0,020
Linóleo	0,001

Cerramientos semitransparentes:

Vidrios

Los vidrios son dobles 4+12+4

- UH,V (W / m² K) = 2,80

- Factor Solar = 0,80

Marcos

Los marcos son metálicos con rotura del puente térmico

- UH,M (W / m² K) = 3,20

- $\alpha = 0,700$

- FM (fracción del hueco ocupada por marco) = 0,2

Huecos

Retranqueo 25 cm.

Protección solar mediante dispositivos basados en lamas horizontales de 30 cm.

4.2 VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO LIMITACIÓN DEMANDA HE-1

La verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda según la HE-1, se realizará según opción general con el programa LIDER.

Usos y ventilación.

Se adjunta la tabla resumen definiendo si el espacio está o no acondicionado, los diferentes usos y su ventilación. Dicha tabla alberga información conjuntamente con la proporcionada en el apartado de iluminación, por lo que se encuentra en el siguiente apartado.

Todos locales serán de clase higrométrica 3.

4.3 ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO

Se define la iluminación para cada una de las zonas del edificio en la tabla que se adjunta a continuación. Las zonas aquí especificadas son las empleadas en la verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda según la HE-1 y que han sido especificadas en el apartado 4.2.

DESCRIPCIÓN	ZONA	ACOND	USO	POT. ILUMINAC.	VEEI	VEEI HE3	VENTILACIÓN REN/H
Gimnasio PB	P01-E01	SI	I. Baja - 8h	27 W/m ²	1,5	4,5	1
Usos múltiples PB	P01-E02	SI	I. Baja - 8h	30 W / m ²	10	10	1
Vestuarios PB	P01-E03	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Distribuidor entrada + Pasillo 1y2 PB	P01-E04	SI	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Vestíbulo entrada PB	P01-E05	NO	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Conserge PB	P01-E06	SI	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Escalera principal PB	P01-E07	NO	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Ascensor	P01-E08	NO	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Aula 1º ciclo PB	P01-E09	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 2º ciclo PB	P01-E10	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 3º ciclo PB	P01-E11	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Espacio psicomotricidad PB	P01-E12	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Secretaría PB	P01-E13	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Archivo PB	P01-E14	NO	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aseo profesores PB	P01-E15	SI	I. Baja - 8h	12 W / m ²	4	4	1
Despacho director PB	P01-E16	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Despacho jefe de estudios PB	P01-E17	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Sala profesores PB	P01-E18	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
AMPA-Alumnos PB	P01-E19	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aseo 4 PB	P01-E20	SI	I. Baja - 8h	12 W / m ²	4	4	1
Vestibulillos PB	P01-E21	NO	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Salas instal. y almacenes PB	P01-E22	NO	I. Baja - 12h	4,4 W / m ²	7	10	1
Pasillo comedor PB	P01-E23	SI	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Comedor PB	P01-E24	SI	I. Baja - 8h	9 W / m ²	4,5	4,5	1
Escalera lateral PB	P01-E25	NO	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Aseo comedor PB	P01-E26	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Cocina PB	P01-E27	SI	I. Alta - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Aseo PND PB	P01-E28	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Visitas PB	P01-E29	SI	I. Baja - 8h	12 W / m ²	4	4	1
Pasarela gimnasio P1	P02-E02	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Pasarela usos multiples P1	P02-E04	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Vestíbulo + Pasillo P1	P02-E05	SI	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Escalera principal P1	P02-E07	NO	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Aula 1 P1	P02-E09	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 2 P1	P02-E10	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 3 P1	P02-E11	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 4 P1	P02-E12	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 5 P1	P02-E13	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aula 6 P1	P02-E14	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Informática P1	P02-E15	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Taller música P1	P02-E16	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aseo M + Aseo F P1	P02-E17	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Aula recursos plástica P1	P02-E18	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Pequeño grupo 1 P1	P02-E19	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Pequeño grupo 2 P1	P02-E20	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Aseo minusválidos P1	P02-E21	SI	I. Baja - 8h	4,4 W / m ²	7	10	1
Distribuidor + Pasillo biblioteca P1	P02-E23	SI	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Biblioteca P1	P02-E24	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Escalera lateral P1	P02-E25	NO	I. Baja - 8h	4,5 W / m ²	4,5	4,5	1
Tutoría 1 P1	P02-E26	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1
Tutoría 2 P1	P02-E27	SI	I. Baja - 12h	12 W / m ²	4	4	1

4.4 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO EN CALENER GT

En el presente apartado se van a definir los diferentes sistemas propuestos para la instalación de climatización del edificio que está destinado a uso docente.

La descripción pormenorizada del edificio y de su envolvente se realiza en el apartado 2.1.

La verificación del cumplimiento de la limitación de la demanda según la HE-1, se ha efectuado según el apartado 4.2.

La iluminación para cada una de las zonas del edificio se especifica en la tabla que se adjunta en el apartado 4.3.

Demanda energética:

El cálculo de la demanda energética del edificio fue realizado según el proyecto inicial de verificación de cumplimiento de la demanda.

Se adjunta en el Anexo 1 la tabla resumen del cálculo de cargas para los diferentes espacios, en la que se especifica el sistema definido para cada uno de ellos.

Descripción de la instalación de climatización:

El sistema de climatización que se plantea es de producción de agua fría mediante enfriadora de accionamiento eléctrico y producción de agua caliente mediante caldera de condensación.

Se prevé unas redes hidráulicas de transporte de energía entre los equipos generadores y una serie de subsistemas secundarios dispuestos por el edificio tanto a nivel de sistema como a nivel de zona.

También se va acondicionar dos zonas con equipos autónomos bombas de calor, una con un sistema VRV y otra con un autónomo partido.

Para climatización de los espacios del edificio se definen diferentes subsistemas secundarios y climatizadores de aire primario.

Subsistema Primario

- Producción de Frio

La producción de agua fría se realizará mediante una enfriadora de accionamiento eléctrico y condensación por aire, con las siguientes características:

- Marca: AERMEC
- Modelo: NRL 1500-E
- Potencia Frigorífica: 331 KW.
- EER : 1,95

- Incorpora grupo hidráulico
- Bajo nivel sonoro
- Incorpora sistema free-cooling.

La distribución de agua fría se realizará mediante el grupo hidráulico que incorpora la enfriadora.

Se adjunta la ficha técnica de los diferentes equipos en el Anexo 1.

- Producción de Calor

La producción de agua caliente para calefacción se realizará mediante una caldera de condensación, que dé servicio a los diferentes sistemas. Sus características principales son:

- Marca: YGNIS
- Modelo: VARINO V300
- Potencia Útil: 292 KW.
- Tipo: Condensación
- Rendimiento: 97

Se adjunta la ficha técnica de los diferentes equipos en el Anexo 1.

- Distribución Hidráulica

La distribución hidráulica del agua fría se realizará mediante el grupo hidráulico existente en la enfriadora.

La distribución del agua caliente se realizará de caldera a colectores de distribución mediante un circuito primario y de colectores a equipos terminales con cuatro circuitos secundarios, uno para radiadores, otro para suelo radiante, otro para climatizadores y UTAS y el último para ACS.

Todos los circuitos montarán grupo de bombas dobles.

Todos los circuitos secundarios de agua caliente son a caudal variable.

Se adjunta la ficha técnica de las diferentes bombas en el Anexo 1.

Subsistemas Secundarios

Se definen diferentes sistemas para cada una de las zonas del edificio.

Las especificaciones de los diferentes equipos que componen los subsistemas secundarios se adjuntan en las fichas técnicas del Anexo 1.

La tabla de distribución del sistema por zonas es la que sigue a continuación.

Se han designado las zonas con el código que da el programa LIDER, y por la denominación de los planos de arquitectura que se aportan.

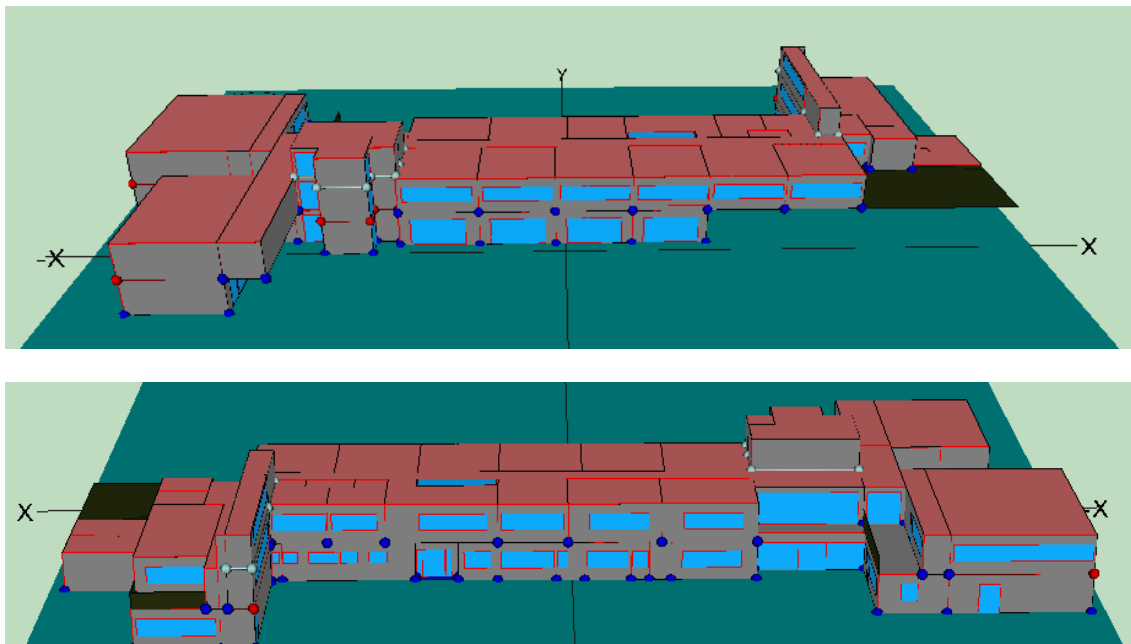
Los planos de distribución de subsistemas secundarios por zonas se adjuntan en el Anexo 2.

Ref.	Denominación	SISTEMA	AIRE PRIMARIO	EQUIPO	CONTROL
PLANTA BAJA					
P01-E01	GIMNASIO	CLIMAT. CAUDAL CTE.	Equipo	CLM1	proporcional
P01-E03	INSTRUCTOR	RADIADORES + EXTRACCION		RA05+EX (VE03)	todo / nada
P01-E03	PASILLO GIMNASIO	RADIADORES + EXTRACCION		RA04+EX (VE03)	todo / nada
P01-E04	DISTRIBUIDOR 1	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	2 x RA03	todo / nada
P01-E02	USOS MULTIPLES	CLIMAT. CAUDAL CTE	Equipo	CLM2	proporcional
P01-E05	VESTIBULO	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	3 x RA05	todo / nada
P01-E06	CONSERJE	AUTONOMO PARTIDO + AIRE PRIM.	AP1	AU1	todo / nada
P01-E07	ESCALERA	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	RA07	todo / nada
P01-E04	PASILLO 1	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	RA02	todo / nada
P01-E13	SECRETARIA	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	FC06	todo / nada
P01-E29	VISITAS	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	FC02	todo / nada
P01-E16	DIRECTOR	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	FC03	todo / nada
P01-E17	JEFE ESTUDIOS	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	FC02	todo / nada
P01-E18	SALA PROFESORES	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	2 x FC07	todo / nada
P01-E19	AMPA ALUMNOS	FAN COIL + AIRE PRIM.	AP1	FC06	todo / nada
P01-E12	PSICOMOTRICIDAD	SUELO RADIANTE + AIRE PRIM.	AP1	SR	todo / nada
P01-E09	AULA INFANTIL 1	SUELO RADIANTE + AIRE PRIM.	AP1	SR	todo / nada
P01-E10	AULA INFANTIL 2	SUELO RADIANTE + AIRE PRIM.	AP1	SR	todo / nada
P01-E11	AULA INFANTIL 3	SUELO RADIANTE + AIRE PRIM.	AP1	SR	todo / nada
P01-E04	PASILLO 2	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	RA05	todo / nada
P01-E25	ESCALERA 2	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	2 x RA05	todo / nada
P01-E24	COMEDOR	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM3	proporcional
P01-E23	PASILLO 3	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP1	2 x RA11	todo / nada
P01-E27	OFICIO	CLIMAT. AIRE EXTERIOR + EXTRAC	Equipo	CLM4	proporcional
P01-E28	DISTRIBUIDOR 3	CLIMAT. AIRE EXTERIOR + EXTRAC	Equipo	CLM4	proporcional
P01-E03	VESTUARIO FEMENINO	RADIADORES + EXTRACCION		RA03+EX (VE03)	todo / nada
P01-E03	VESTUARIO MASCULINO	RADIADORES + EXTRACCION		RA02+EX (VE03)	todo / nada
P01-E03	ASEO MINUSVALIDOS	RADIADORES + EXTRACCION		RA01+EX (VE03)	todo / nada
P01-E15	ASEO PROFESORES Y ALM.	RADIADORES + EXTRACCION		RA01+EX (VE01)	todo / nada
P01-E28	ASEO PND	CLIMAT. AIRE EXTERIOR + EXTRAC		CLM4+EX (VE02)	proporcional
PLANTA PRIMERA					
P02-E05	VESTIBULO P. PRIMERA	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP2	3 x RA11	todo / nada
P02-E07	ESCALERA P1	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP2	RA07	todo / nada
P02-E15	INFORMATICA	UTAS + AIRE PRIM.	AP2	UT04	proporcional
P02-E16	MUSICA	UTAS + AIRE PRIM.	AP2	UT04	proporcional
P02-E18	PLASTICA Y RECURSOS	UTAS + AIRE PRIM.	AP2	UT05	proporcional
P02-E19	PEQUENO GRUPO	UTAS + AIRE PRIM.	AP2	UT03	proporcional
P02-E20	PEQUENO GRUPO 2	UTAS + AIRE PRIM.	AP2	UT03	proporcional
P02-E24	BIBLIOTECA	V.R.V. + AIRE PRIM.	AP2	UE2 + UI3	todo / nada
P02-E26	TUTORIA	V.R.V. + AIRE PRIM.	AP2	UE1 + UI2	todo / nada
P02-E27	TUTORIA 2	V.R.V. + AIRE PRIM.	AP2	UE1 + UI2	todo / nada
P02-E09	AULA 1	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
P02-E10	AULA 2	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
P02-E11	AULA 3	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
P02-E12	AULA 4	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
P02-E13	AULA 5	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
P02-E14	AULA 6	CLIMAT. CAUDAL VARIABLE	Equipo	CLM5	todo / nada
E23+E25	ESCALERA P.1 BIBLIOT.	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP2	2 x RA07	todo / nada
P02-E05	PASILLO P. 1	RADIADORES + AIRE PRIM.	AP2	4 x RA08	todo / nada
P02-E17	ASEO MASCULINO P. 1	RADIADORES + EXTRACCION		RA02+EX (VE01)	todo / nada
P02-E17	ASEO FEMENINO P. 1	RADIADORES + EXTRACCION		RA02+EX (VE01)	todo / nada
P02-E21	ASEO MINUSVALIDOS	RADIADORES + EXTRACCION		RA01+EX (VE01)	todo / nada

4.5 SISTEMA DE PRODUCCION DE ACS

El sistema de ACS no está descrito, por ello y dado que nos encontramos ante un proyecto didáctico, simularemos un termo eléctrico con un depósito acumulador y lo calcularemos conforme a la demanda del edificio. Conforme a esto, el equipo destinado a producción de ACS no aparecerá junto al resto de equipos en el Anexo 1.

5. LIDER



5.1 DESCRIPCIÓN

LIDER es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1 y para la impresión de la documentación administrativa pertinente.

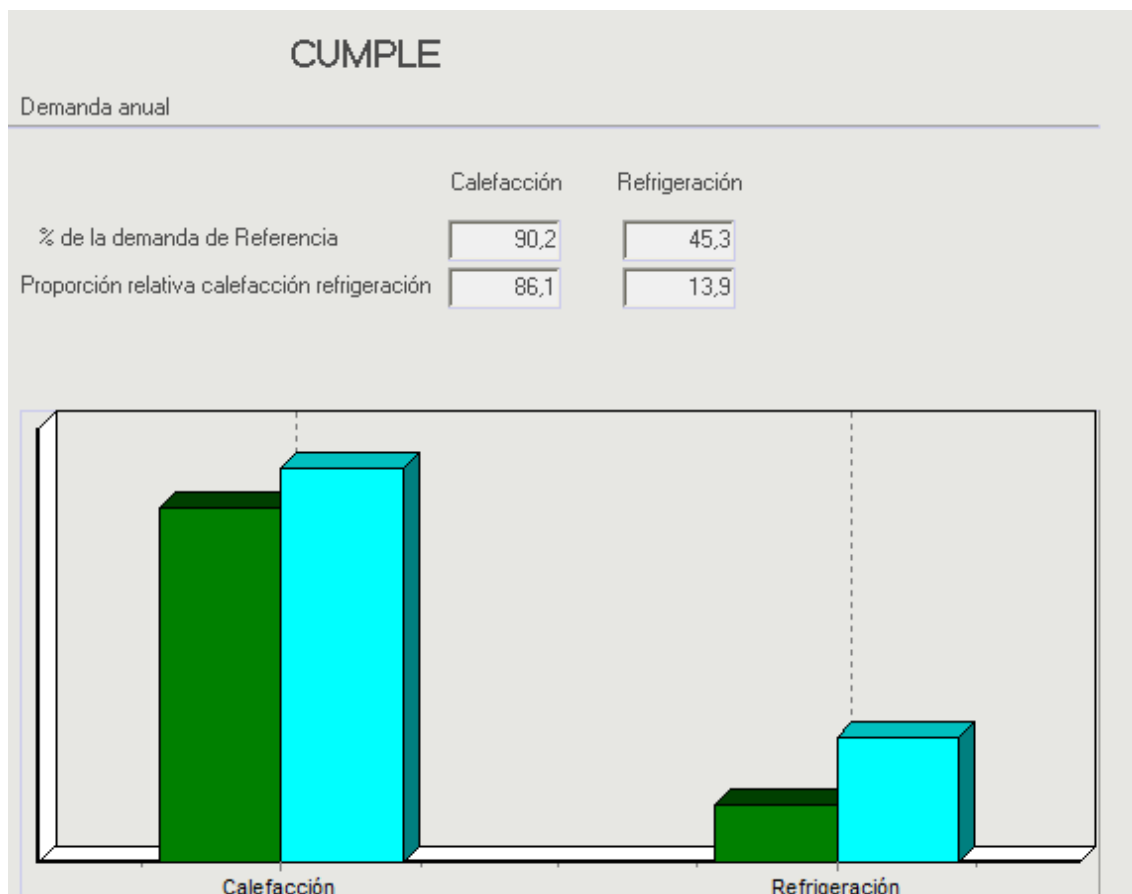
LIDER permite definir inmuebles de cualquier tamaño, siempre que su número de espacios no supere los 100 y que su elementos (cerramientos, incluyendo los interiores y las ventanas) no sean más de 500. Si se sobrepasan estos límites, es posible dividir el edificio en tantas partes como sea necesario sólo para verificar las exigencias del CTE-HE1 y se considerará que, si todas las partes cumplen, el conjunto también cumple. Si alguna de ella no lo hace, se deberá calcular la demanda promedio del edificio y la de su edificio de referencia con el programa de cálculo **PROMEDIAR.EXE**, incluido en el directorio de *LIDER*.

La definición de los inmuebles es compatible con la requerida por el programa **CALENER** en sus diferentes versiones adaptadas a los sectores residenciales, pequeño, mediano terciario y gran terciario.

5.2 RESULTADOS

Una vez diseñado nuestro edificio con la herramienta **LIDER**, verificamos que cumple correctamente, tanto en cerramientos opacos y semitransparentes, como en condensaciones de los puentes térmicos e intersticios.

Aquí se muestran los resultados obtenidos al comparar el edificio objeto con uno de referencia similar al nuestro pero con valores de transmitancia límites:



La representación es doble: Por un lado, la altura de la barra de demanda del edificio objeto, representa la importancia relativa calefacción/refrigeración. Por otro lado, la diferencia de altura con respecto a la barra azul (edificio de referencia) en calefacción y en refrigeración, muestra el % de la demanda del edificio de referencia. Si alguna de las barras (calefacción o refrigeración) se muestra roja, significa que la demanda del edificio objeto supera a la de el de referencia (barras azules) y por lo tanto el edificio no cumple con la normativa.

Como se aprecia en el resultado, el edificio requiere 6 veces más energía en calefacción que en refrigeración. La demanda de refrigeración del edificio es un 45 % de lo que requiere el edificio

de referencia. En calefacción el resultado es mucho más ajustado, pues el edificio demanda un 90% respecto a la del edificio referencia.

En definitiva, el edificio CUMPLE con la normativa establecida tanto en calefacción como en refrigeración. No es necesario aplicar medidas de mejora sobre los cerramientos puesto que el edificio cumple con todas las especificaciones de transmitancias máximas, transmitancias límite y condensaciones marcadas en el Código Técnico de la Edificación. Nótese que este resultado evalúa exclusivamente la envuelta térmica del edificio y no tiene en cuenta la eficiencia de los sistemas del edificio. El informe de la verificación del cumplimiento de la normativa HE-1 del Código técnico de la edificación que se ha obtenido se encuentra en el anexo 1 al final de la presente memoria.

Análogamente, se obtiene un comparativo espacio a espacio, muy útil a la hora de analizar el edificio y estudiar que mejoras pueden reducir la demanda requerida en caso de sobrepasar el límite establecido en diversas zonas.

A continuación se muestra dicha comparativa:

Espacios	m ²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P02_E01	200,9	1	62,1	79,0	33,3	102,9
P02_E02	123,2	1	100,0	90,7	0,0	0,0
P02_E03	102,1	1	38,8	72,7	25,2	101,4
P02_E04	169,8	1	49,2	87,2	22,6	70,7
P02_E06	8,3	1	59,6	65,6	56,6	90,0
P02_E09	60,4	1	44,8	109,0	17,2	21,7
P02_E10	57,3	1	44,2	115,1	17,8	18,8
P02_E11	57,8	1	44,2	113,7	17,6	20,1
P02_E12	83,2	1	42,4	91,6	100,0	112,5
P02_E13	37,6	1	64,9	82,6	13,1	20,4
P02_E15	6,4	1	65,6	74,4	38,3	90,0
P02_E16	16,2	1	58,6	88,6	26,6	29,6

Espacios	m ²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P02_E17	12,0	1	53,5	70,3	19,1	55,8
P02_E18	30,8	1	58,7	88,8	13,7	21,7
P02_E19	16,0	1	57,6	71,7	49,5	82,0
P02_E20	6,7	1	54,8	58,2	15,0	34,4
P02_E23	48,0	1	74,5	92,4	11,9	32,0
P02_E24	159,5	1	45,8	95,9	0,0	0,0
P02_E26	13,5	1	64,0	57,5	11,3	39,2
P02_E27	31,0	1	34,4	66,3	32,4	106,8
P02_E28	30,3	1	43,3	74,5	28,5	93,5
P02_E29	25,6	1	39,2	70,9	0,0	0,0
P03_E02	37,0	1	44,2	79,5	70,8	117,7
P03_E04	48,3	1	61,8	84,5	3,9	84,9
P03_E05	196,2	1	45,4	89,0	16,7	56,2
P03_E09	58,7	1	51,1	112,3	19,4	27,4
P03_E10	55,7	1	48,9	124,4	19,3	26,4
P03_E11	56,2	1	49,0	123,8	19,1	26,5
P03_E12	54,7	1	47,2	118,5	20,0	27,5
P03_E13	56,2	1	57,5	115,5	18,8	28,6
P03_E14	56,6	1	62,1	109,7	19,3	29,6
P03_E15	52,4	1	62,2	96,0	15,2	32,0
P03_E16	51,3	1	59,1	96,2	15,8	30,9
P03_E17	38,5	1	55,1	112,8	8,8	25,1
P03_E18	49,5	1	64,9	92,4	17,8	30,2
P03_E19	27,7	1	71,0	86,3	17,6	28,1

Espacios	m ²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P03_E20	27,2	1	72,0	85,3	18,3	32,3
P03_E21	7,8	1	52,0	80,1	7,9	43,2
P03_E22	14,8	1	56,7	80,6	27,7	112,3
P03_E23	61,5	1	50,5	67,5	15,4	64,4
P03_E24	75,0	1	57,9	107,5	18,2	21,3
P03_E26	14,8	1	47,1	66,3	51,0	76,8
Total	2337,2					

Por lo general, la mayoría de los espacios presentan una demanda inferior al porcentaje máximo permitido por **LIDER**, a excepción de los dos espacios situados en los extremos de la orientación sur de la segunda planta del edificio, llegando al 100 % en ambos casos. Estos dos espacios tienen dos paredes en contacto con el exterior, además del techo, de ahí su diferencia con el resto de huecos.

En calefacción son varios los huecos que superan el porcentaje fijado por el edificio de referencia. Si nos fijamos en los planos, estos huecos corresponden a los espacios situados en la zona sur, sorprendente si tenemos en cuenta que la orientación norte es mucho más “fría” que la opuesta, por la influencia de la radiación solar.

Referente a refrigeración encontramos más de lo mismo. Los espacios orientados al norte con mayor perímetro exterior presentan demandas superiores al edificio de referencia, volviendo a sorprendernos dada su orientación puesto que esta zona está a la sombra constantemente.

Una vez introducido y calculado el edificio en **LÍDER** se genera un documento en PDF que será incluido en el Anexo 2.

5.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Una vez cerciorado que nuestro edificio cumple con todos los requisitos en cuanto a normativa vigente, vamos a estudiar una serie de mejoras o alternativas en diversos focos de pérdidas del edificio y analizar sus pros y contras para poder seleccionar la alternativa más óptima.

Iluminación, renovaciones por hora y carga térmica vienen fijadas en la descripción del edificio, por lo que solo podemos centrarnos en la estructura y composición de los cerramientos opacos y semitransparentes.

Los cerramientos opacos presentan varias capas, siendo una de ellas la encargada de limitar el calor transferido entre ambas caras. Modificar el resto de capas apenas varía la transmitancia, siendo la capa aislante el elemento con mayor resistencia térmica.

Referente a cerramientos semitransparentes podemos tratar de optimizar cristales y marcos, además de colocar elementos adicionales tales como lamas, aleros o retranqueo de la propia ventana. Por defecto las ventanas y lucernarios presentan dos de ellos, siendo los aleros la única opción disponible.

Por ello vamos a estudiar como varía la demanda relativa calculada por líder según las características del aislante y de la composición de los huecos.

En el primero de ellos tratamos de modificar el tipo y espesor del aislamiento para averiguar en qué medida se aconsejan o desestiman estas variaciones. Comenzaremos por calcular la limitación de demanda según varios aislantes, y continuaremos calculando según un espesor u otro para contrastar su influencia.

Respecto a los huecos encontramos más opciones donde poder practicar cambios en la envolvente y, una vez estudiados todos los tipos que nos ofrece **LIDER**, escoger aquellos que mejores resultados presenten. Por ello probaremos los diferentes marcos y tipos de vidrios que ofrece **LIDER**, así como elementos adicionales y escogeremos los más oportunos.

Cerramientos opacos:

Comenzaremos por estudiar el aislante, por ser la capa de los cerramientos con mayor resistencia térmica respecto del resto. Ya se dijo anteriormente que el resto de capas cumplen funciones diferentes que no varían notablemente la transmitancia del cerramiento.

Por ello, probamos varios tipos de aislantes con resistencia térmica similar y analizaremos sus resultados.

EPS Poliestireno expandido (0,029 W/mK)

MW Lana mineral (0,031 W/mK)

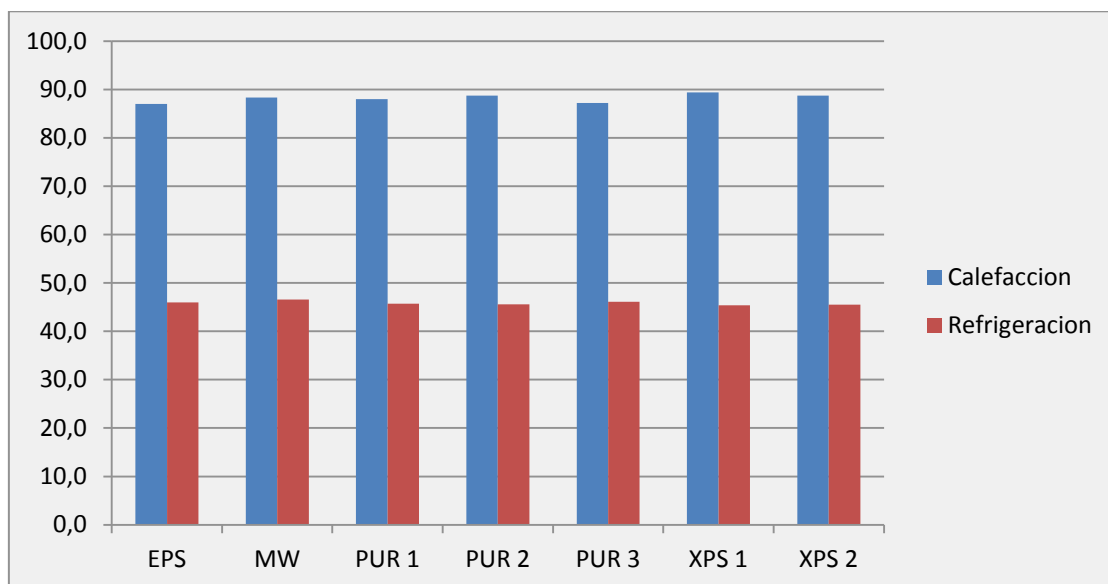
PUR Plancha con HFC o pentano y revestimiento permeable a gases (0,030 W/mK)

PUR Proyección con CO₂ celda cerrada (0,032 W/mK)

PUR proyección con HFC (0,028 W/mK)

XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ (0,034 W/mK)

XPS Expandido con HFC (0,032 W/mK)



En vista de los resultados del gráfico, todos los aislantes probados tienen idénticos resultados.

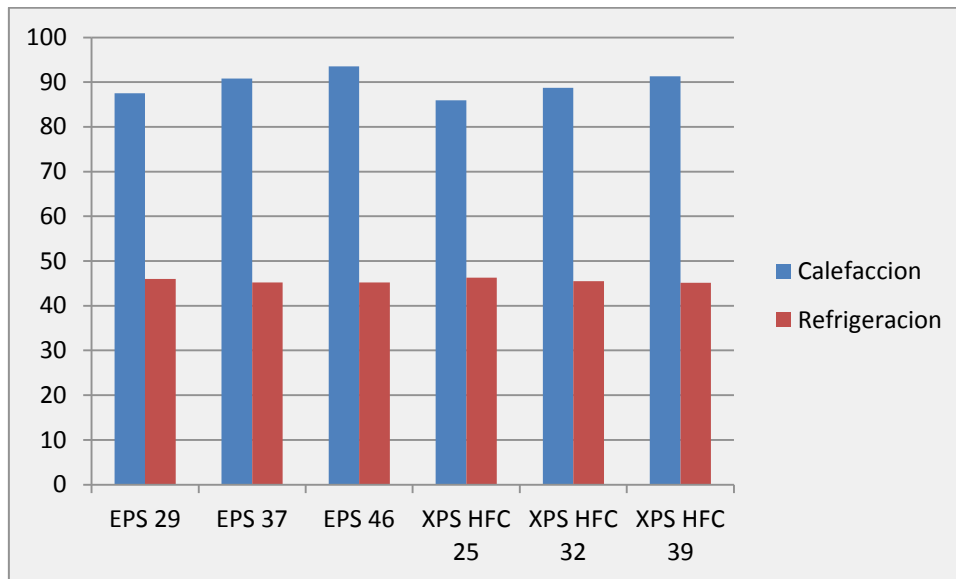
Se esperaba encontrar variaciones según el tipo de aislante, y la diferencia más notable es que, teniendo resistencias térmicas similares, esa mínima diferencia produce las variaciones entre los diferentes aislantes, por lo que usar un tipo u otro no es tan importante como la propia resistencia térmica del elemento empleado.

Puesto que en el caso anterior no hemos encontrado variación de demanda usando distintos materiales con similar resistencia térmica, vamos a probar un par de ellos pero con diferentes valores de resistencia.

Estos aislantes son:

EPS Poliestireno expandido (0,029 W/mK - 0,037 W/mK - 0,046 W/mK)

XPS Expandido con HFC (0,025 W/mK - 0,032 W/mK - 0,039 W/mK)

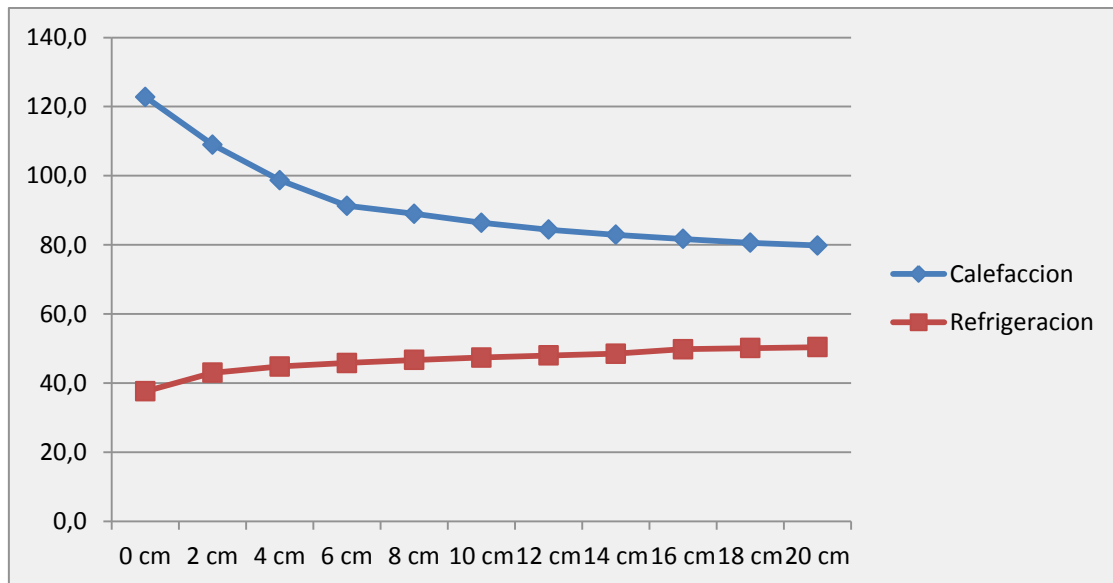


En este caso se desprende que reduciendo la calidad del aislante aumenta la demanda de calefacción, siendo los valores más bajos de W/mK más eficientes.

En refrigeración apenas hay variaciones, manteniéndose estable.

Continuamos con el estudio del grosor del aislante.

En este caso, aplicando sobre el aislante original, variamos el espesor de 0 a 20cm para ver si la relación es lineal o, por el contrario, resulte una curva que se pueda optimizar.



Si eliminamos el aislante el edificio sobrepasa la demanda térmica en calefacción. Este hecho se produce hasta los 4 cm de espesor, considerando los aislantes originales. Un aislante de mayor resistencia puede producir los mismos resultados con menor espesor.

También se aprecia que la relación demanda-espesor no es lineal, si no que presenta una asíntota horizontal. Por lo que la selección del espesor deberá tomarse considerando un valor que se pretenda alcanzar, o bien tomando un punto donde la curva tiene un cambio brusco de pendiente para optimizar su función.

En el caso de refrigeración, parece extraño el aumento de demanda según el espesor. Pero ello en **LIDER** resulta normal, y su valor depende de las condiciones climáticas de la zona.

El edificio no dispone de cámara de aire, por ello planteamos la inclusión de una cámara de aire, ya sea ligeramente ventilada o sin ventilar y con un espesor u otro.

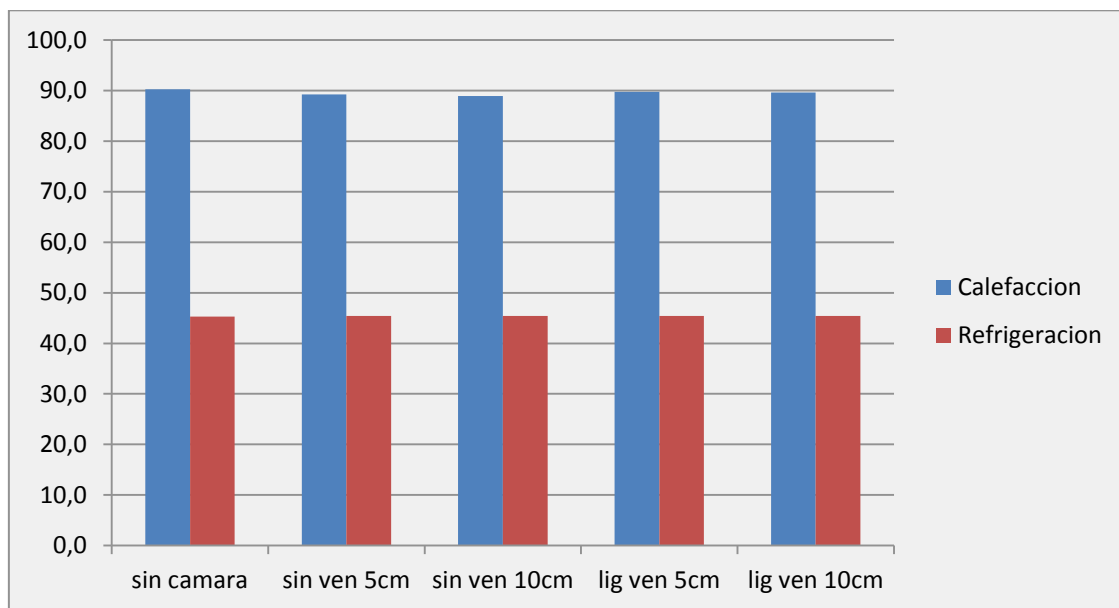
Sin cámara

Cámara no ventilada de 5cm

Cámara no ventilada de 10cm

Cámara ligeramente ventilada de 5cm

Cámara ligeramente ventilada de 10cm



La ubicación de cámaras, ventiladas o no, en los cerramientos exteriores tiene mayor uso evitando condensaciones que reduciendo la demanda.

Los resultados son similares y apenas destaca sobre las demás la cámara no ventilada de 10 cm de espesor.

Aprovecharlo o no en un edificio dependerá de las condiciones de metros útiles que dispongamos y de la posibilidad de que se produzcan condensaciones entre las capas.

Cerramientos opacos:

Un foco grande de pérdidas energéticas son los cerramientos semitransparentes, por lo que lo dividimos en 3 subclases estudiando en cada una de ellas por separado.

Marcos

LIDER ofrece marcos metálicos, de madera y pvc.

Madera densidad alta

Madera densidad baja

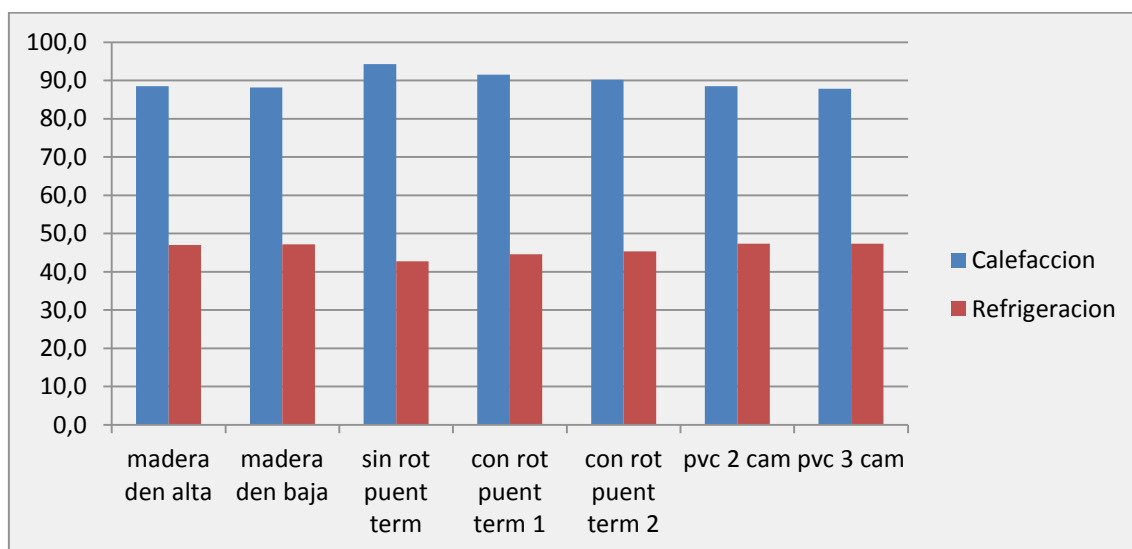
Metálicos sin rotura de puente térmico

Metálicos con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm

Metálicos con rotura de puente térmico más de 12 mm

PVC 2 cámaras

PVC 3 cámaras



El grafico muestra la importancia de usar buenos marcos en el edificio. La relación entre superficie de marcos y la de el edificio es minúscula, y aun así las variaciones de demanda entre un tipo u otro son notables.

Los marcos metálicos son los que tienen peores resultados, frente a los de pvc que son los más funcionales y los de madera que también ofrecen buenos resultados.

Vidrios

La lista de vidrios ofrecida por **LIDER** es, cuanto menos, inmensa. Por ello solo estudiamos un caso concreto de cada familia.

Para seleccionarlo se ha considerado tomar uno con un valor de transmitancia medio, entre los vidrios de mayor y menor transmitancia térmica de cada familia.

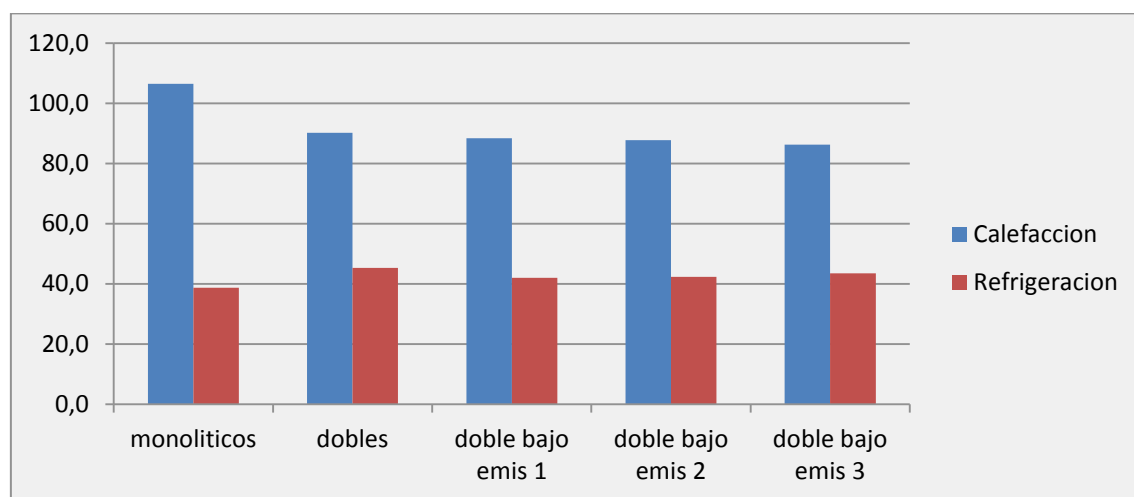
Monolíticos

Dobles

Dobles bajo emisivos 1

Dobles bajo emisivos 2

Dobles bajo emisivos 3

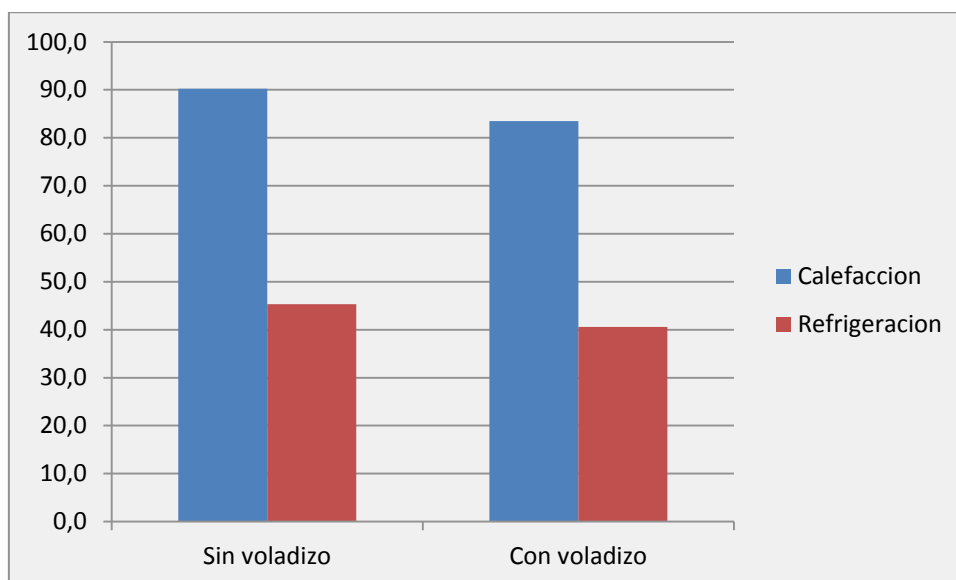
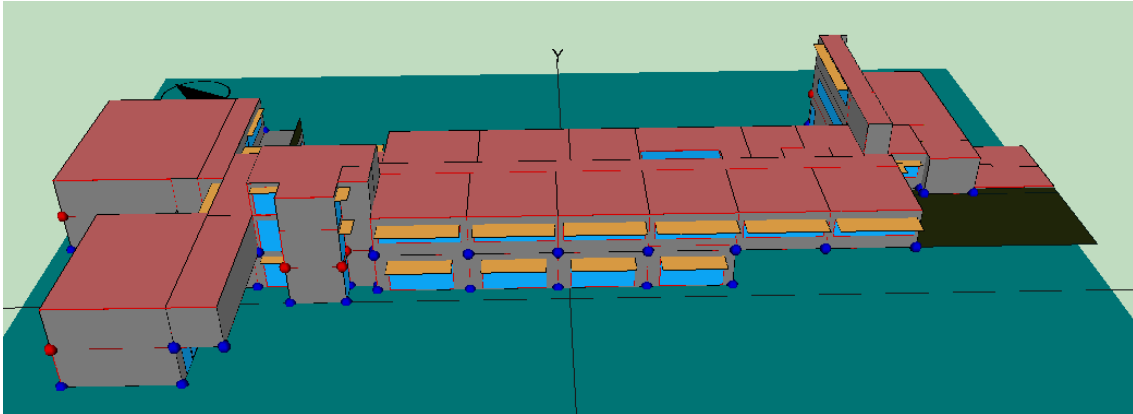


Al sobrepasar el 100% de demanda, los cristales monolíticos quedan prohibidos.

El resto, considerando la gran cantidad de huecos que tiene el edificio, tienen niveles de demanda muy similares, en los que la selección de uno u otro dependerá del factor económico y del nivel de reducción de demanda que se pretenda alcanzar.

Elementos adicionales.

El edificio ya contiene retranqueos y lamas en los huecos, así que solo nos resta proponer voladizos que reduzcan la radiación incidente. Por ello colocaremos un alero en cada hueco con unas dimensiones aproximadas a la mitad de la superficie del hueco que cubren.



En vista de los resultados, parece que colocar voladizos en cada hueco es la mejor de las propuestas.

En este caso se consigue reducir en gran medida la demanda de refrigeración, cosa que hasta ahora no hacía más que aumentar.

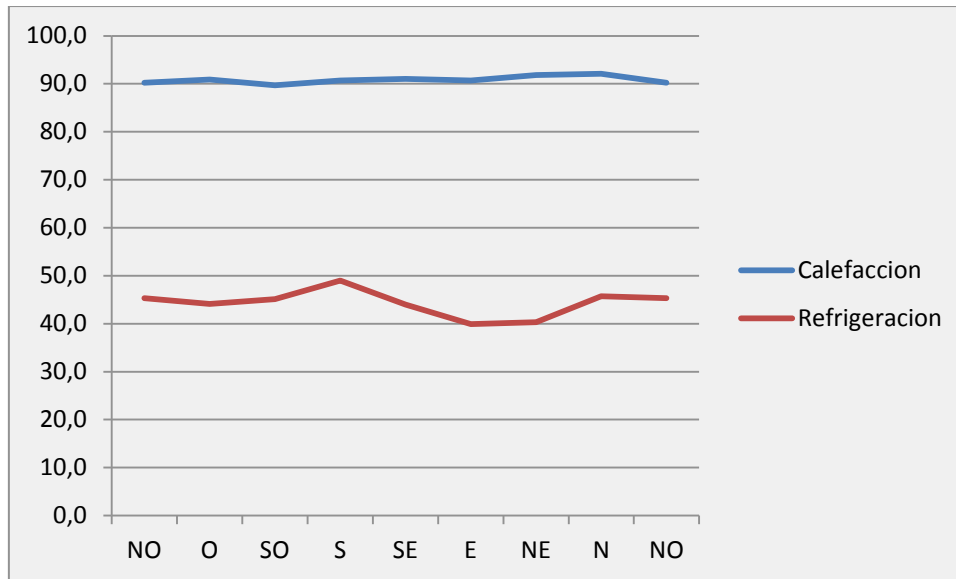
Según **LIDER** también disminuye la demanda de calefacción, aunque la función principal de un voladizo es reducir carga por radiación.

Orientación.

Si el espacio lo permite, es interesante conocer cómo afecta la orientación de un edificio a la demanda térmica. En general un edificio con forma cuadrada puede mantener su demanda constante frente a los giros, mientras que un edificio con forma rectangular puede verse más afectado a los cambios.

Si consideramos la posibilidad de girar 360º, tomaremos datos cada 45º.

El resultado es el siguiente:

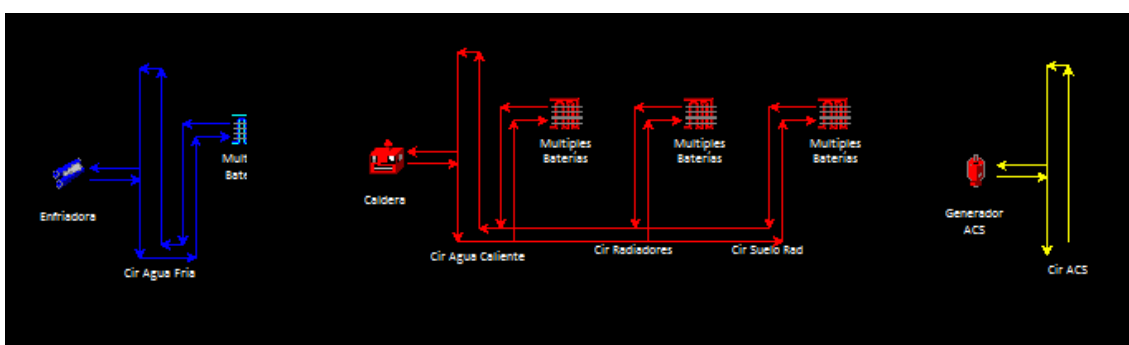
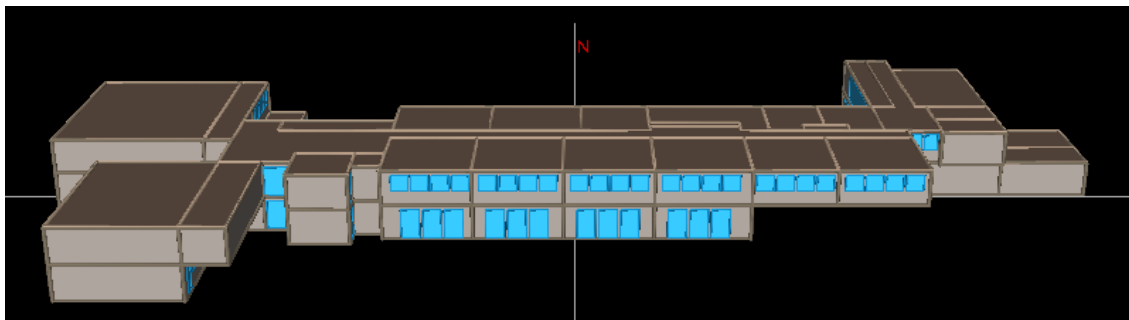


Parece que la orientación apenas afecta a la demanda en invierno, puesto que la radiación solar se puede considerar prácticamente nula.

En refrigeración se produce mayor variación, siendo la orientación sur la más desfavorable. Si las condiciones del entorno lo permiten, este y noroeste son las opciones óptimas.

El resto de orientaciones presentan demandas similares.

6. CALENER GT



6.1 DESCRIPCIÓN

El Programa informático Calener es una herramienta promovida por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, y por el Ministerio de Vivienda, que permite determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio. El programa consta de dos herramientas informáticas para una utilización más fácil por el usuario NT.

La aplicación ha sido diseñada para la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios y sus instalaciones de climatización, agua caliente sanitaria (A.C.S.) e iluminación (para edificios no residenciales), llevando a cabo todos los cálculos necesarios para su calificación energética, de acuerdo a la normativa vigente.

El alcance de la aplicación se limita a grandes edificios terciarios climatizados mediante los tipos de equipos incluidos en este programa.

El comportamiento de los equipos frente a las condiciones de contorno (temperaturas, caudales, fracción de carga) se rige por unas curvas de comportamiento que se deben conocer para los equipos que se precise simular.

La definición de los edificios es compatible con la requerida por el programa **LIDER**, siendo preciso el conocimiento de dicha aplicación para todo lo referente a la definición geométrica y constructiva de los edificios.

6.2 RESULTADOS

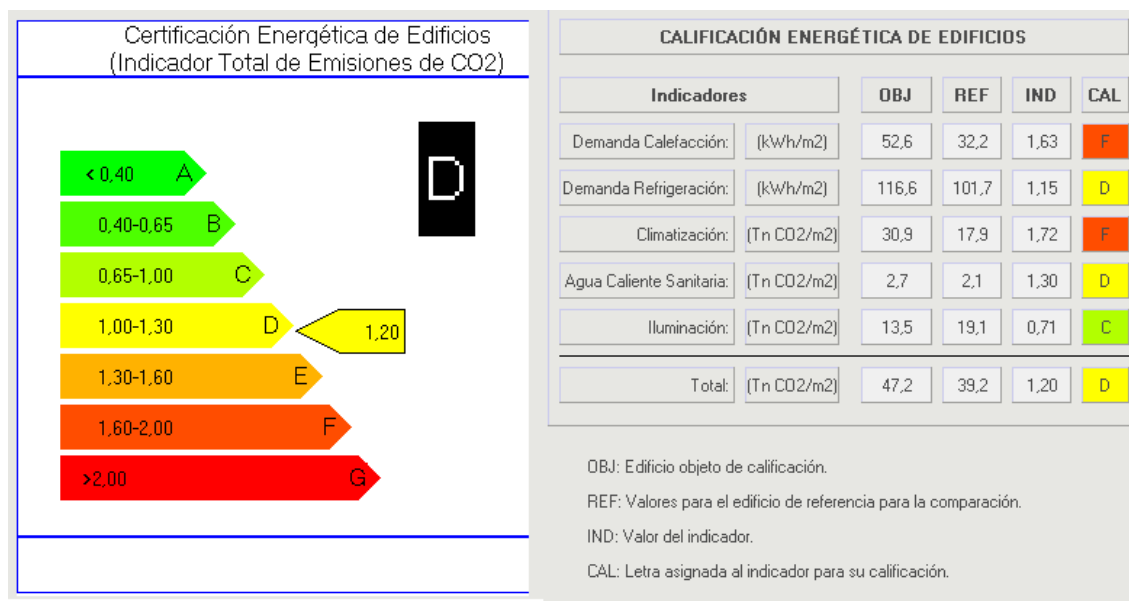
Para poder introducir el edificio en **CALENER GT** es necesario exportarlo previamente de **LIDER**, o bien volver a diseñarlo dentro del propio programa.

Por ello se exporta el edificio inicial sin aplicar ninguna mejora arquitectónica, ya que esto se estudiara en el siguiente capítulo. De esta manera podemos obtener resultados sobre el propio edificio original y estudiar el rendimiento de las modificaciones en su instalación.

Una vez realizada toda la instalación detallada en la descripción del edificio pasaremos a estudiar los diferentes sistemas de producción, es decir, subsistemas primarios.

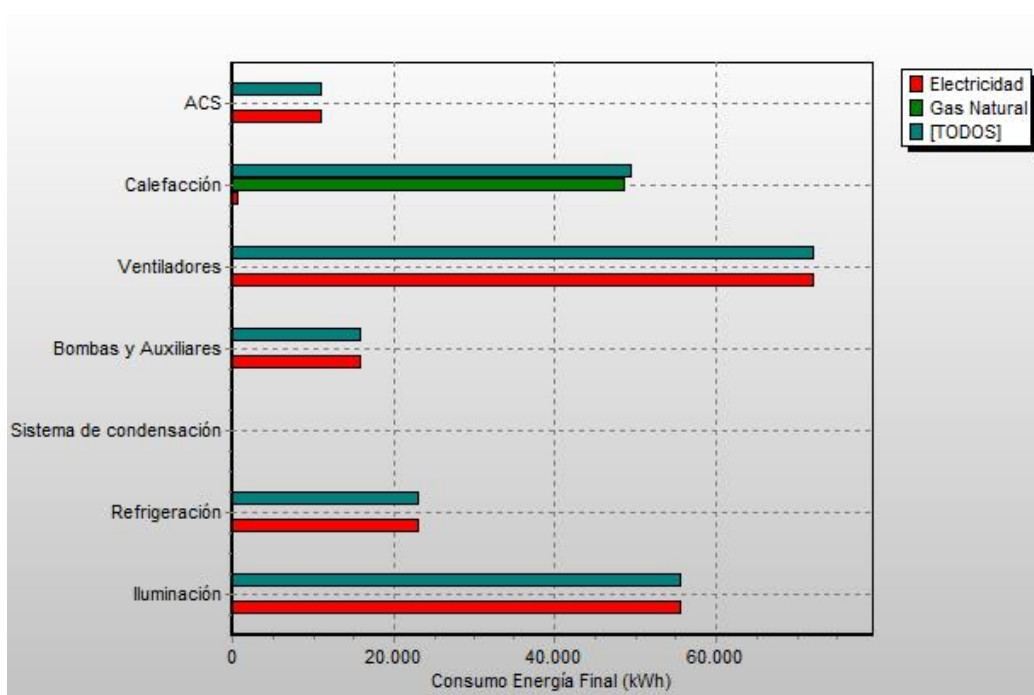
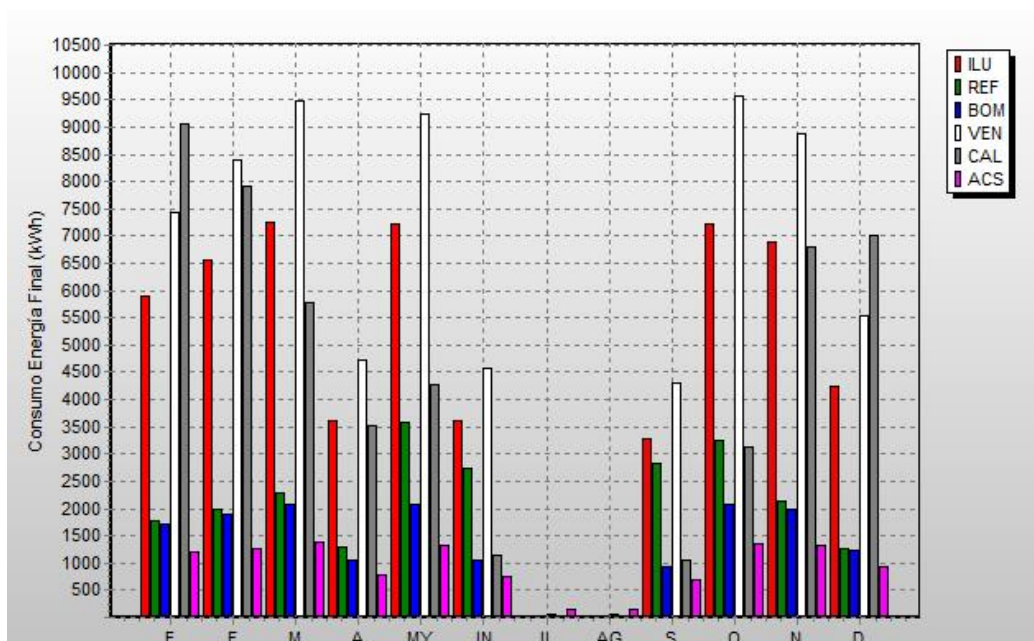
Introducidos ya todos los equipos y sistemas planteados en la descripción del edificio, añadimos un nuevo circuito de ACS, con un generador eléctrico de 33 KW y un depósito acumulador de 200 litros.

Con ello procedemos a calificar el edificio mediante **CALENER**, obteniendo los siguientes resultados:



Una vez introducido y calculado el edificio en **CALENER** se genera un documento en PDF que será incluido en el Anexo 2.

El edificio queda catalogado como D, un valor aceptable. Si nos centramos en la segunda tabla se observa que la demanda de calefacción y climatización tienen un resultado nefasto, siendo un lastre para la calificación global.



El primer gráfico muestra los consumos mensuales, en los que se aprecia reducciones de consumo debidas a periodos vacacionales como Navidades, Semana Santa y verano.

También destacan las variaciones de consumo de calefacción y refrigeración a lo largo del año, conformes a las necesidades de cada mes.

En el segundo se observa que el consumo de calefacción y refrigeración mantienen proporciones similares y las que ya se venían observando en *LÍDER*.

Hay que destacar que los mayores derroches energéticos se originan en ventilación e iluminación del edificio, seguidos de cerca por calefacción. Si deseamos ahorrar consumo estos serán los principales puntos a tratar.

6.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Igual que ocurrió con **LIDER**, planteamos una serie de alternativas para tratar de mejorar los resultados obtenidos, tanto en consumo como en eficiencia.

Es importante señalar que ambos no están estrechamente ligados, y que una reducción de la demanda no siempre implica que las emisiones vayan a ser menores.

También hay que resaltar que una puntuación baja en uno de los apartados tampoco indica que el sistema sea “malo”, si no que sus emisiones no se encuentran dentro del rango que otorga una calificación alta.

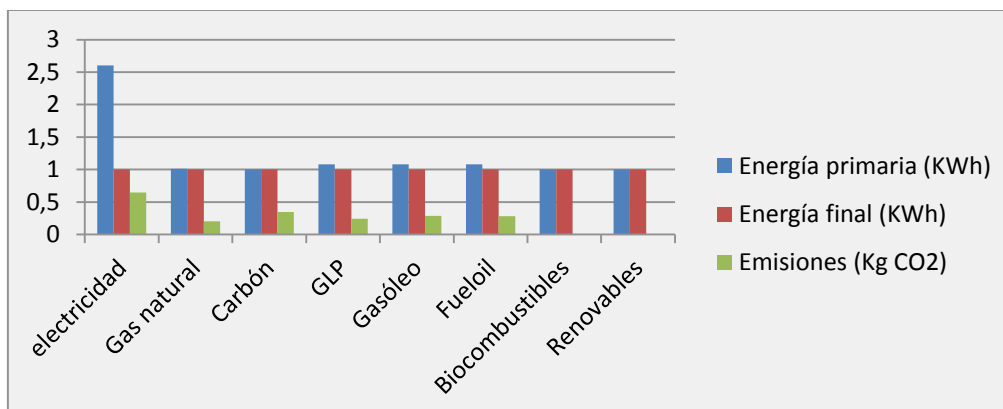
Dependiendo de los equipos de producción seleccionados, el consumo energético será mayor o menor para satisfacer la demanda térmica del edificio. Por ello vamos a sustituir los equipos de calefacción y refrigeración por los ofertados por Calener y estudiar su consumo de energía primaria y final en kWh y sus emisiones en Kg de CO₂.

En calefacción estudiaremos los diferentes tipos de calderas y combustibles, mientras que en refrigeración los diferentes equipos y su repercusión en el tipo de condensación.

Los subsistemas secundarios reparten la energía térmica según la demanda de cada espacio, sin alterar considerablemente el consumo, por lo que quedan excluidas del estudio.

La energía primaria, final y emisiones de CO₂ se relacionan de la siguiente manera:

<i>Tipo de energía</i>	<i>Energía final</i>	<i>Energía primaria</i>	<i>Emisiones</i>
Electricidad	1 kWh	2.603 kWh	0.649 kg CO ₂
Gas natural	1 kWh	1.011 kWh	0.204 kg CO ₂
Carbón	1 kWh	1 kWh	0.347 kg CO ₂
GLP	1 kWh	1.081 kWh	0.244 kg CO ₂
Gasóleo	1 kWh	1.081 kWh	0.287 kg CO ₂
Fueloil	1 kWh	1.081 kWh	0.28 kg CO ₂
Biocombustibles	1 kWh	1 kWh	0 kg CO ₂
Renovables	¿1 kWh?	¿1 kWh?	0 kg CO ₂

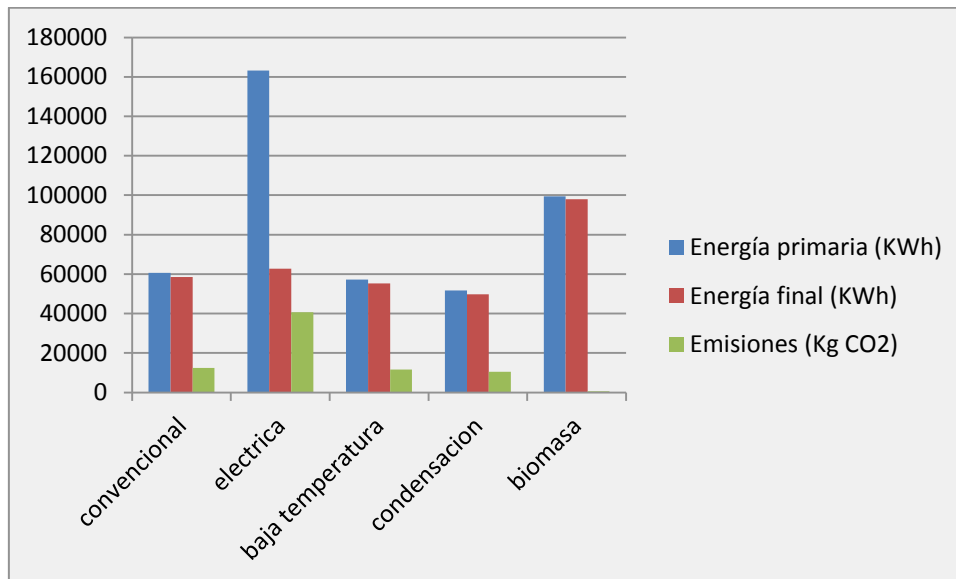


Calderas

Disponemos de las siguientes calderas: convencional, eléctrica, baja temperatura, condensación y biomasa.

Con la misma potencia nominal calculamos cada una. Y en el caso de que se solicite un tipo de combustible, se aplicara gas natural a excepción de biomasa.

El consumo de recursos según el tipo de caldera es el siguiente:



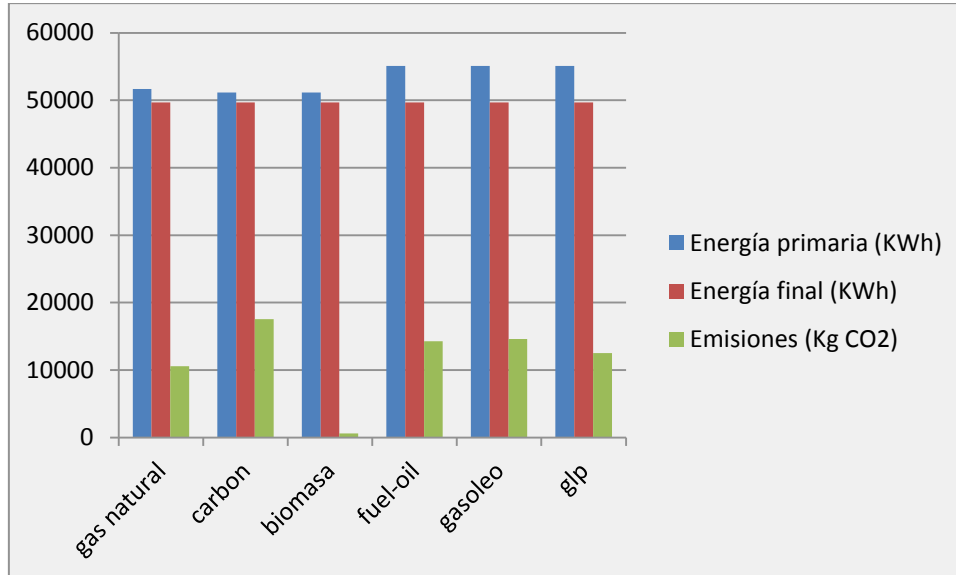
Gracias al gráfico observamos que las calderas eléctricas tienen un consumo que casi triplica al resto. Y que sus emisiones pueden destrozar la calificación energética de cualquier edificio.

Pese a que las calderas de biomasa son las grandes amigas de la naturaleza, su alto consumo anima a buscar otras alternativas en relación consumo-emisiones.

También es notable la evolución de la caldera convencional, siendo los siguientes peldaños las calderas de baja temperatura y condensación, reduciendo los consumos y emisiones en cada paso. Pese a que en nuestro país estas últimas aún son grandes desconocidas.

Combustible

No todos los combustibles poseen el mismo poder calorífico, por lo que vamos a estudiar cómo afecta al consumo de la caldera de condensación del proyecto los siguientes combustibles:



Para el mismo consumo de energía final, hay variaciones de energía primaria y de emisiones de CO₂.

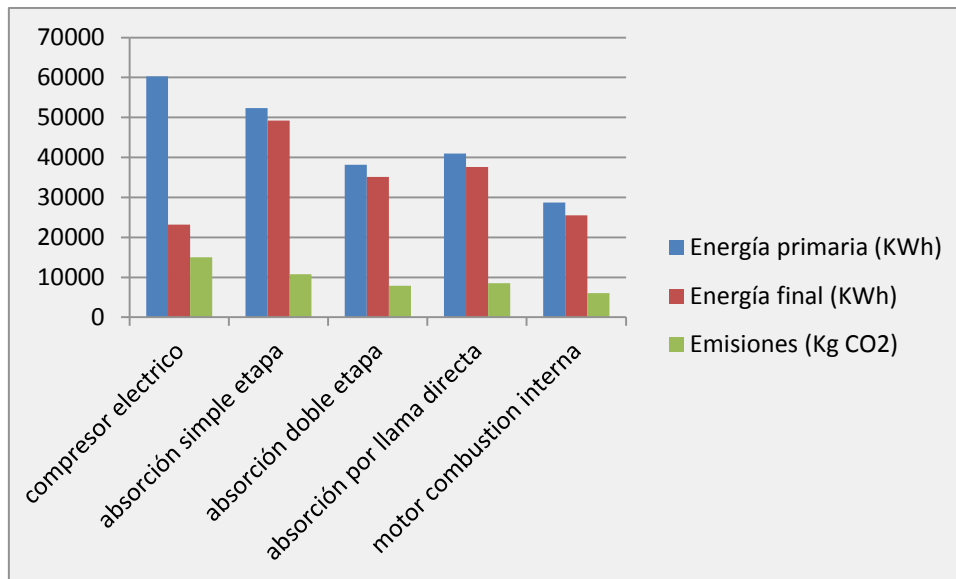
Respecto al consumo, los combustibles se reparten en dos grupos separados por el centro, aunque la diferencia no es tan notable como en el caso de las calderas.

Las emisiones más altas se dan en carbón, fuel-oil y gasóleo, mientras que el gas natural es más respetuoso con el medio ambiente.

Aunque en España su uso es testimonial, algunas empresas como *Okofen* disponen de calderas biomasa de condensación, que aunque consume igual que una alimentada por gas natural, sus emisiones a la atmósfera son prácticamente inexistentes.

Enfriadoras

Para proporcionar las necesidades térmicas de refrigeración, se disponen de varios equipos. Siendo sus resultados los siguientes:



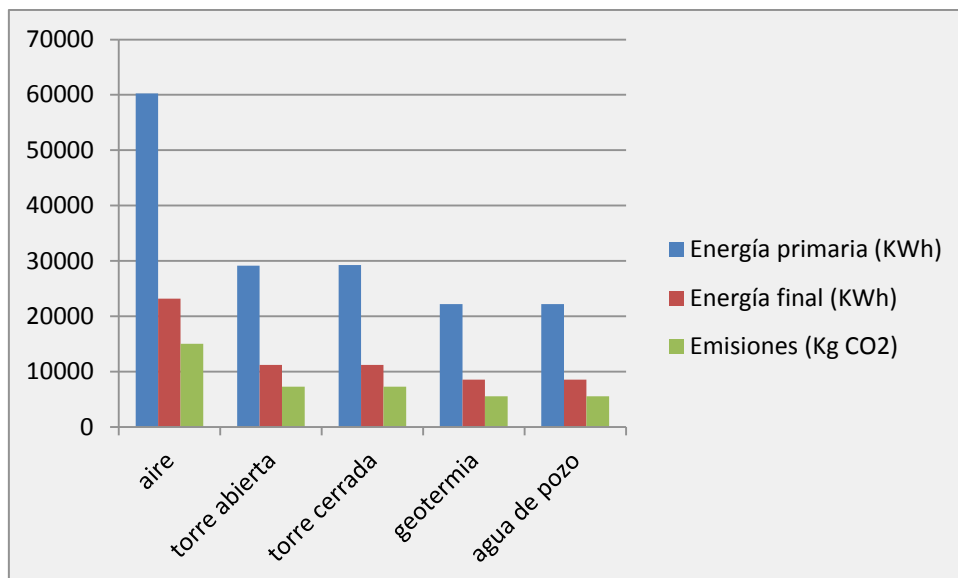
Las enfriadoras por compresión eléctrica son las más sencillas y, a su vez, las menos eficientes. Lideran el menor consumo de energía final frente al resto, pero su resultado es engañoso: su bajo consumo se debe a que la energía primaria procede de una fuente exterior, mientras que las demás reciben directamente la energía primaria y la transforman.

Los sistemas de absorción no consumen electricidad, pero por el contrario necesitan un aporte calórico para poder funcionar, ya sea a través de un combustible o con placas solares. De los anteriores los de doble etapa son los más eficientes.

Si empleamos un motor de combustión interna se alcanzan los consumos más bajos. Y con menos energía consumida se emiten menos kg de CO₂.

Condensación

También comprobamos si es más efectivo condensar por aire o por agua, y si esta se produce por agua de pozo, torre o geotermia.



Condensar por aire puede duplicar, e incluso llegar a triplicar, el consumo de energía primaria frente al resto. Y sus emisiones también le otorgan el último lugar. Por ello, aunque es el sistema más barato, la inversión en un sistema condensado por agua se amortiza en un periodo corto de tiempo.

Las torres de condensación son un buen método de reducción de consumo frente al aire. Aunque para un edificio como este de educación infantil, quedarían descartadas por los problemas de legionela que ocasionan.

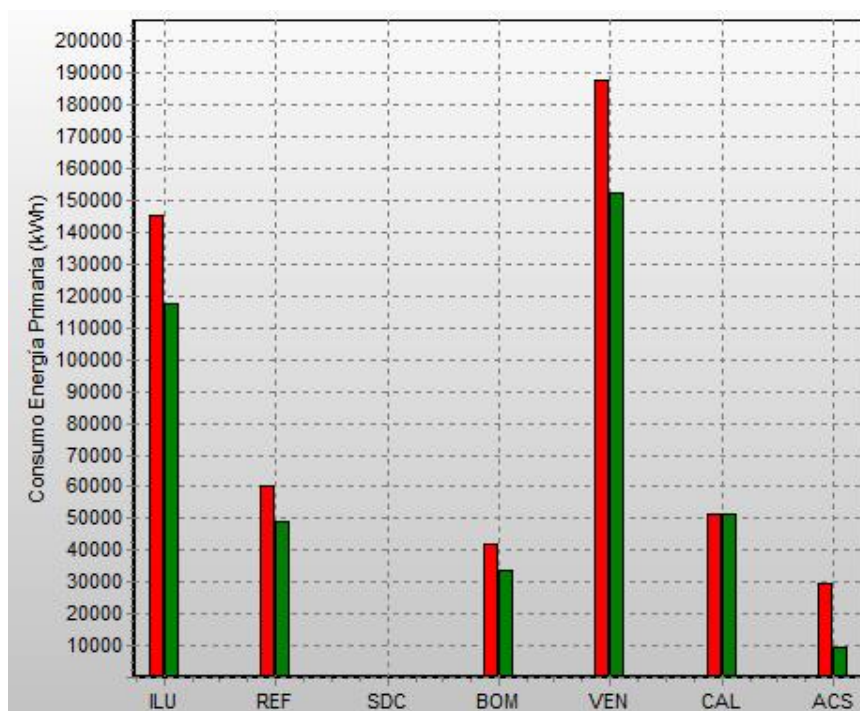
Condensar con agua de pozo o con el terreno son las mejores opciones, inclinando la balanza en función de los costes de instalación, profundidad y disponibilidad del terreno. Por ejemplo, en Zaragoza puede llegarse al manto freático a una profundidad de 10 – 20 metros.

Según los DB HE 4 y 5, se requiere una contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y una contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Dichas contribuciones vendrán reflejadas en el proyecto de instalación, en el caso de que existan, y se señalarán en **CALENER** para que lo tenga en cuenta cuando calcule los consumos.

Dado que el proyecto sobre el que trabajamos no dispone de ello, estudiaremos su mejora respecto del valor mínimo exigido.

- Contribución mínima solar: Podemos reducir el consumo energético en producción de ACS, indicando su porcentaje de cobertura. Si tenemos en cuenta que Madrid se encuentra en la zona IV, y su contribución mínima es de un 60%.
- Contribución mínima fotovoltaica: Al igual que anterior, reduce el consumo eléctrico. Si consideramos el valor mínimo que se relata en DB-HE5, supone 6,25 KWp y una potencia de 5KW.



Gracias a estas contribuciones mínimas reducimos sustancialmente el consumo de energía primaria. Y el aporte necesario para ACS queda reducido a un tercio.

En calefacción no se produce ahorro, pues funciona con gas natural y no con electricidad. Y como queda expuesto líneas más arriba, las contribuciones reducen consumo eléctrico y de ACS.

Si se añadiesen otros métodos de ahorro, el consumo todavía se reduciría más. Y con ello las emisiones de CO₂, mejorando el resultado de la calificación energética.

7. PROPUESTA DE MEJORA

Una vez realizado el análisis de tipos y alternativas, tanto en **LIDER** como en **CALENER GT**, vamos a realizar una propuesta del edificio teniendo en cuenta dicho estudio.

Puesto que se trata de un proyecto didáctico, se prioriza el ahorro energético sobre el económico (costes de edificio e instalaciones).

7.1 PROPUESTA **LIDER**

Para el diseño en **LIDER** vamos a tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Cerramientos opacos:

En cerramientos opacos vamos a modificar, tanto el aislante empleado como su espesor.

Como vimos en el estudio, apenas hay variación entre los aislantes, y las diferencias se encuentran en las mínimas variaciones de resistencia entre ellos. Por ello seleccionaremos el de mayor resistencia térmica.

Referente al espesor, vemos que no tiene una relación lineal, sino que es una curva asintótica. Por lo que seleccionaremos un punto donde la curva ofrezca, por llamarlo de algún modo, un punto de inflexión, desde el lado del ahorro de demanda.

Aunque no resultase una mejora muy significativa, también vimos que colocar cámaras en las paredes aportaba su granito de arena en la demanda energética.

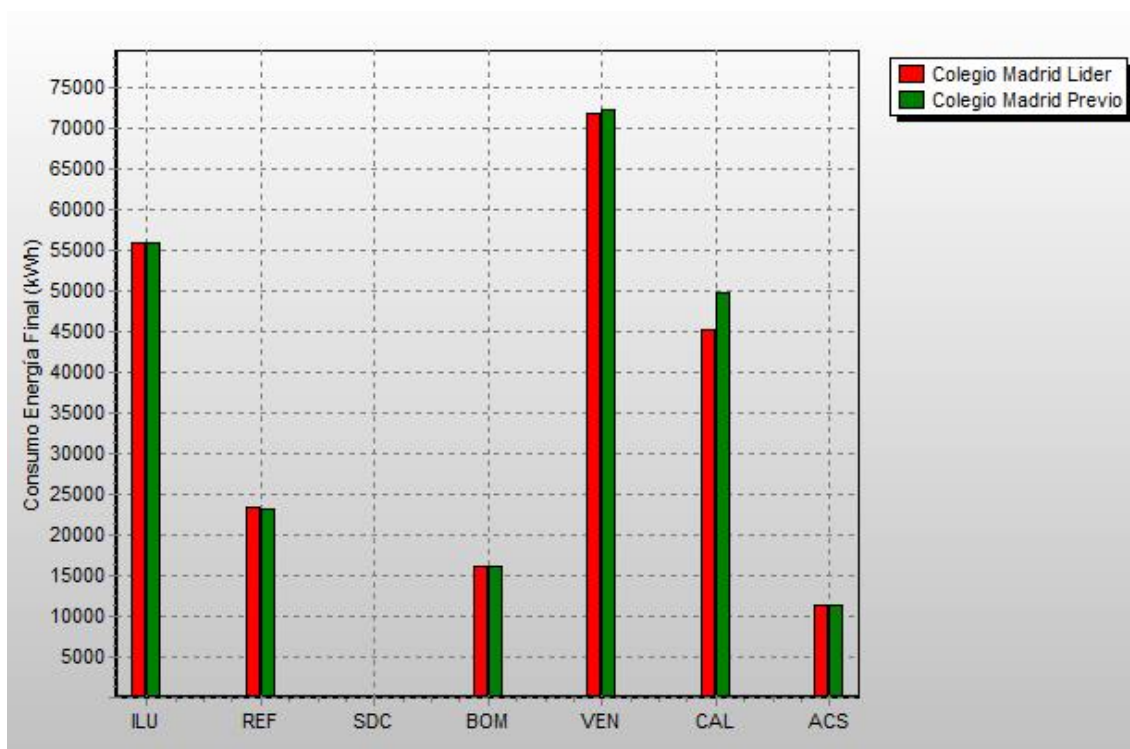
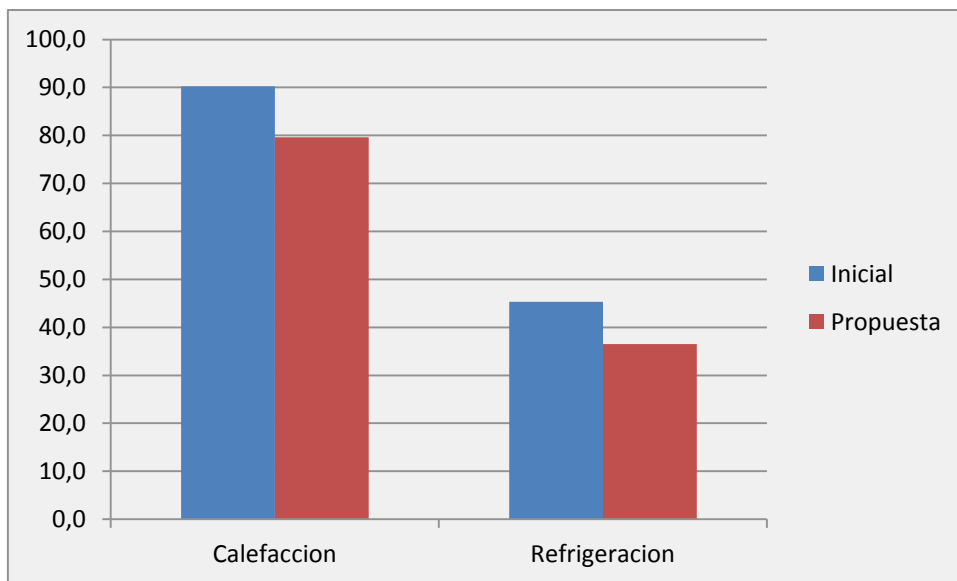
Cerramientos semitransparentes:

En este caso la elección es más sencilla puesto que, según el estudio realizado, hay mayor diferenciación entre vidrios y marcos.

También observamos los buenos resultados que da colocar elementos de sombreado en los huecos.

Por todo ello los cambios realizados son los siguientes:

- XPS Expandido con HFC (0,025 W/mK)
- Espesor 8 cm.
- Cámara no ventilada de 10cm
- Marco de PVC de 3 cámaras
- Cristales dobles bajo emisivos 3
- Voladizos sobre los huecos
- Orientación este



Las mejoras añadidas en **LIDER** consiguen disminuir la demanda en un 10%, tanto en calefacción como en refrigeración.

Exportando estas mejoras a **CALENER** se ha conseguido reducir unos 5000 KWh la demanda de calefacción. Por el contrario, la refrigeración se mantiene más o menos estable.

El resto de consumos no son afectados por las variaciones realizadas en **LIDER**, a excepción de la ventilación, que disminuye ligeramente.

7.2 PROPUESTA CALENER

Hemos comprobado que existen diferencias notables en cuanto a consumo tanto en el tipo de caldera como en su combustible.

Si pretendemos obtener buena puntuación en certificación sin considerar costes, las calderas de biomasa no tienen emisiones de CO₂, pero consumen bastante energía.

Para seleccionar la máquina de refrigeración hay que tener en cuenta varios puntos:

El edificio es un colegio. Por tanto, aunque formen parte del estudio, quedan descartadas las torres de refrigeración por los problemas de legionela que surgen en aguas estancadas. Aunque hay toda una serie de normativas y medidas de prevención, en el colegio hay niños.

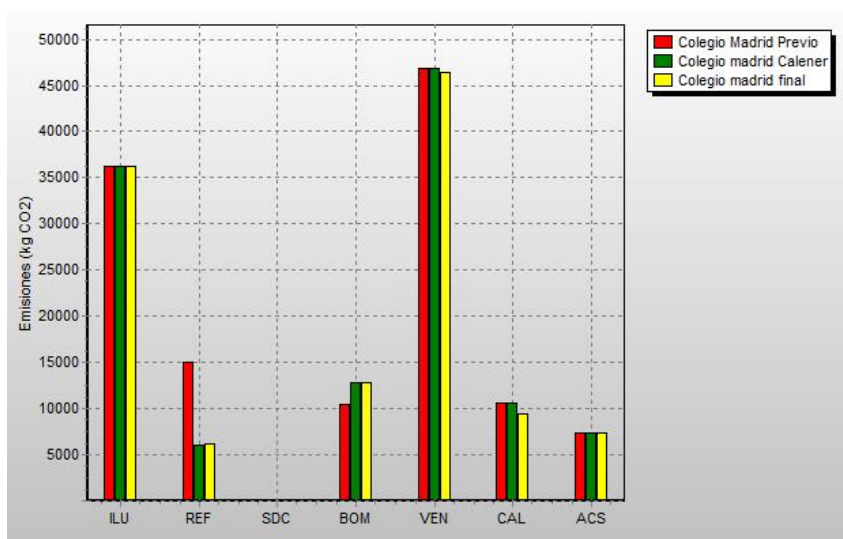
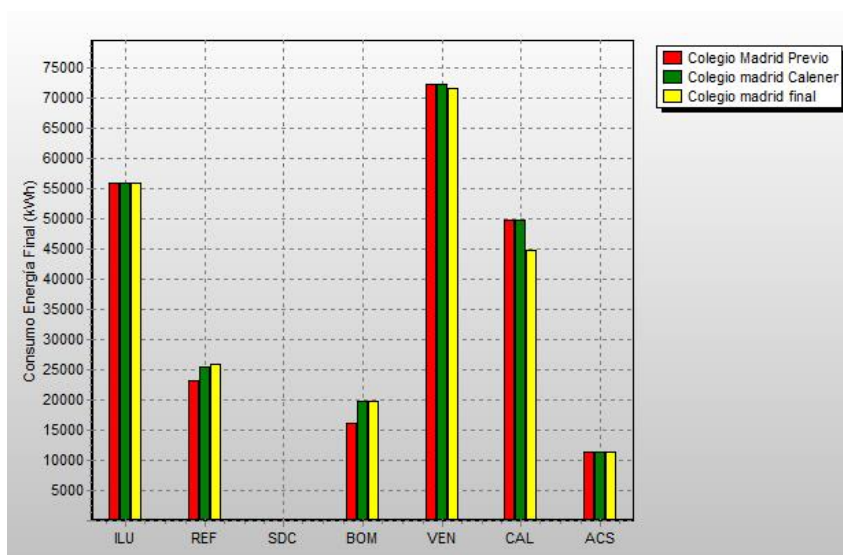
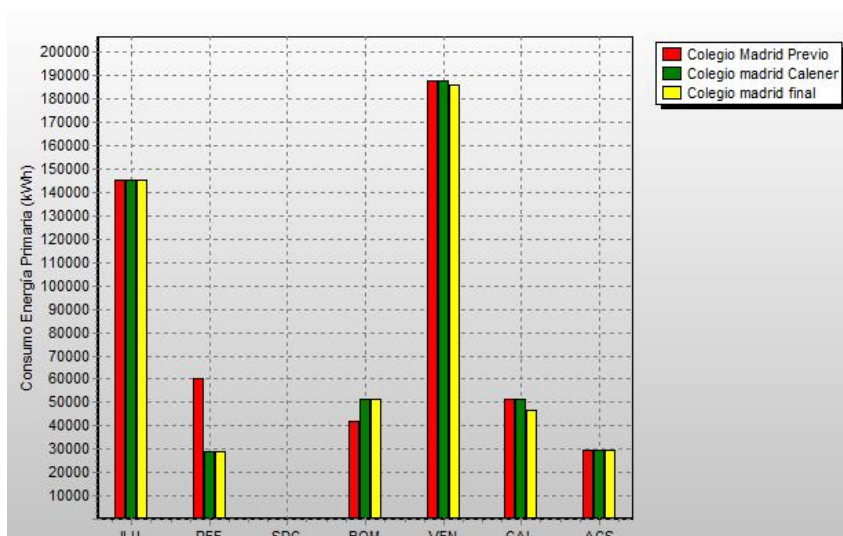
También hay que tener en cuenta que en Madrid, lugar donde se encuentra el edificio, hay una distancia considerable desde la superficie hasta el manto freático, con su elevado coste económico de perforación. Si tenemos un edificio pequeño como un colegio, hay alternativas más baratas e igual de eficientes como la geotermia.

Aunque hay combustibles más económicos que otros, en la mayoría de los casos su selección vendrá determinada por la propia máquina.

Por ello se seleccionan los siguientes componentes o sistemas:

- Caldera de condensación
- Enfriadora por motor de combustión interna
- Combustible gas natural
- Condensación por agua con geotermia

Resultando:



Para entender los gráficos, las barras rojas representan al edificio de partida, las verdes a las mejora propuestas en **CALENER** y las amarillas a las mejoras conjuntas de **CALENER** y **LIDER**.

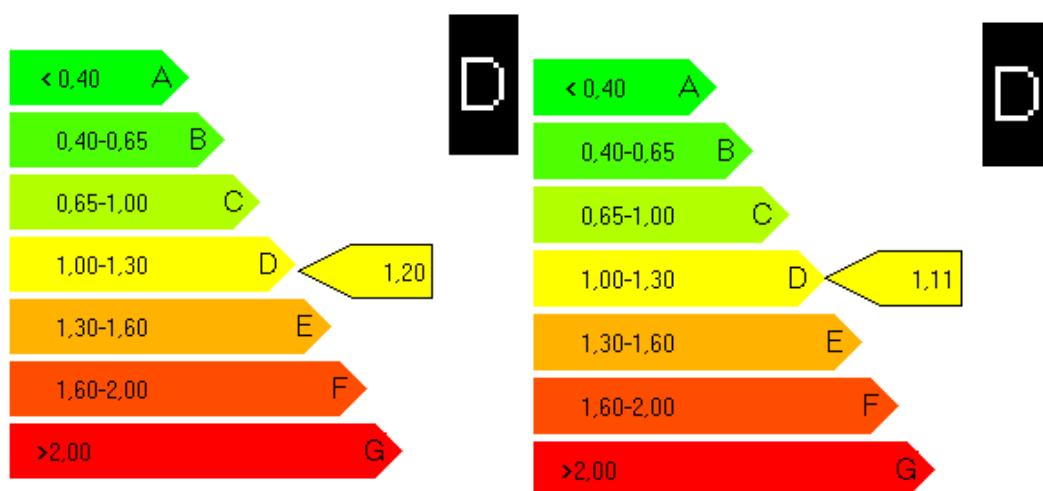
En vista de los resultados, parece que las mejoras colaboran más con el medio ambiente que con el bolsillo del usuario.

La parte más notable es la reducción de energía primaria consumida y de las emisiones de CO₂ en refrigeración. Llegando a alcanzarse una reducción del 50% en consumo y de casi dos tercios de emisiones.

El equipo seleccionado en calefacción es el mismo que ya había previamente, y la mejora en su consumo responde a las mejoras que se seleccionaron en **LIDER**. Dichas mejoras consiguen contrarrestar el aumento de consumo en refrigeración y en bombeo.

Si nos centramos en los consumos totales de energía final, el edificio de partida consume un total de 228.270,5 KWh al año, mientras que nuestra propuesta consume 229.131,4 KWh al año.

Atendiendo a las emisiones de CO₂, el edificio inicial emite 126.432,8 Kg CO₂, tiene una calificación D y un índice 1,20. El edificio propuesto emite 118.487,8 Kg CO₂, tiene una calificación D y un índice de 1,11.



Si queremos rentabilizar energéticamente la propuesta será necesario aplicar técnicas de ahorro que consigan reducir el consumo de energía final.

7.3 COSTES Y AMORTIZACIÓN

Para evaluar los costes de la propuesta del edificio se considerará solamente el incremento de coste de las mejoras sobre el edificio de partida, es decir, aislantes, huecos, maquinas...

En algunos casos se ha simplificado considerado el coste de un metro cuadrado de superficie y tomándolo como referencia para obtener el coste total de esa mejora.

En el caso del sistema de condensación por geotermia, es necesario un estudio previo que, entre otras cosas, determine su coste de implantación. Consultando varios proyectos similares, se plantea dar un coste aproximado similar al de varios proyectos de equivalente envergadura. Aunque sería necesario un estudio para ajustar su valor real.

El coste total de las mejoras arquitectónicas asciende a la cantidad de **44.813,17€**.

El coste total de las mejoras sobre los equipos asciende a la cantidad de **33.000,00€**.

El coste total de las mejoras sobre el edificio propuesto asciende a la cantidad de **77.813,00€**.

El edificio de partida presenta un consumo anual de **228.270,5 KWh** de energía final. Con las mejoras el consumo queda estimado en **229.131,4 KWh**. Dando lugar a un aumento de consumo de **860,9 KWh** anuales.

Estableciendo un coste estimado y constante de **0,0594€** el KWh de gas natural y de **0,165€** el KWh de electricidad, el coste por climatizar el edificio supone **32.512,94€** al año. La propuesta de mejora supone **30.616,76€** al año. Siendo un ahorro de **1.896,18€** al año.

Por todo esto, la propuesta de mejora sobre la inicial se amortizaría en un plazo de **41 años**.

Todo esto supone una variación de **126.438,2 kg de CO2** emitidos a **118.407,8 kg de CO2** emitidos. Lo que supone una reducción de **8.030,4 Kg de CO2** emitidos anualmente a la atmosfera.

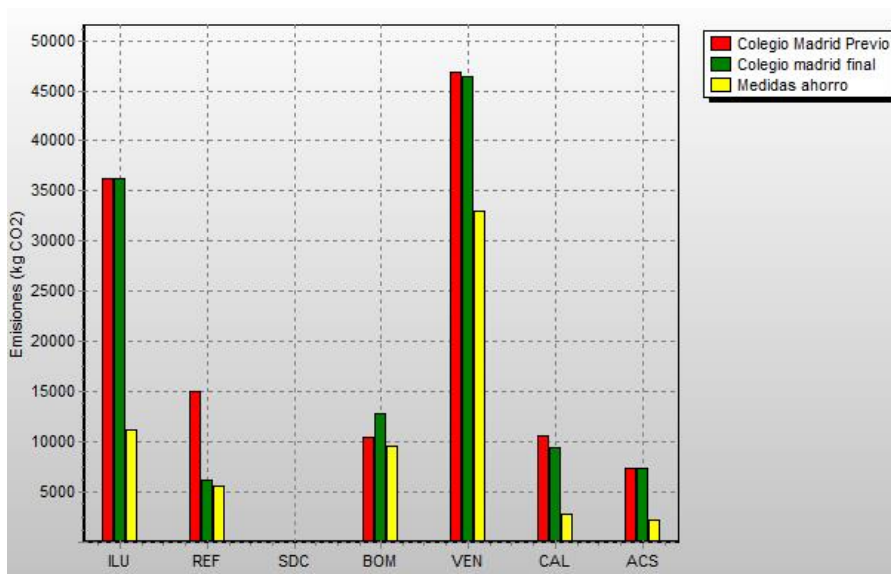
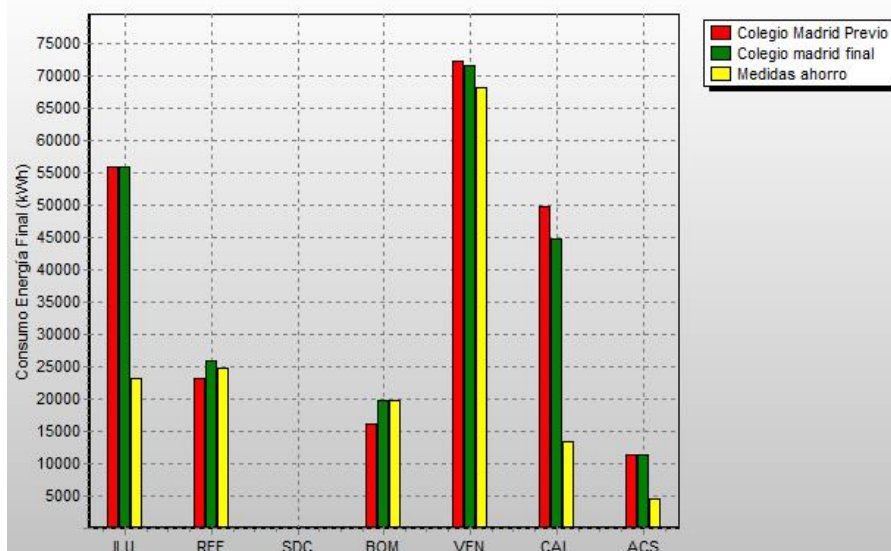
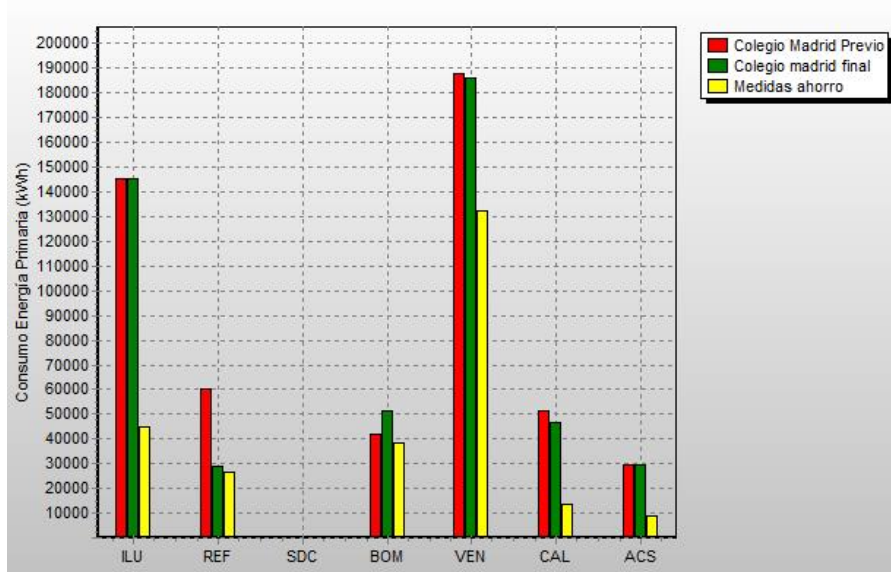
7.4 OTRAS MEDIDAS DE AHORRO

Hemos visto que estudiar las posibilidades arquitectónicas y los equipos de producción puede reducir considerablemente el consumo, aunque en nuestro caso no ha tenido un resultado esperado ni satisfactorio.

Por ello vamos a aplicar algunas medidas de ahorro que traten de reducir el consumo de energía final y mejorar su calificación.

- Contribuciones mininas solares y fotovoltaicas: Como ya vimos en el estudio de Calener, colocar estos paneles reduce el consumo de demanda eléctrica y de ACS.
- Sondas de iluminación solar: Dichas sondas controlan la iluminación natural y artificial, regulando esta última. Puesto que el consumo eléctrico es elevado se usaran sondas del tipo “progresivo-apagado”.
- Climatizadores: Si se establece una ley de correspondencia en la temperatura de impulsión de aire, reducimos el consumo en los equipos de producción.
- Recuperadores de calor: El uso de recuperadores de calor, ya sea sensibles o entálpicos, ayuda a reducir el consumo de energía en los climatizadores. Siendo necesarios los rotativos de alta eficiencia debido al elevado consumo en ventilación, respecto al resto de cargas.
- Free-cooling: Esta medida de enfriamiento gratuito limita el consumo de energía en las baterías de las UTAs.

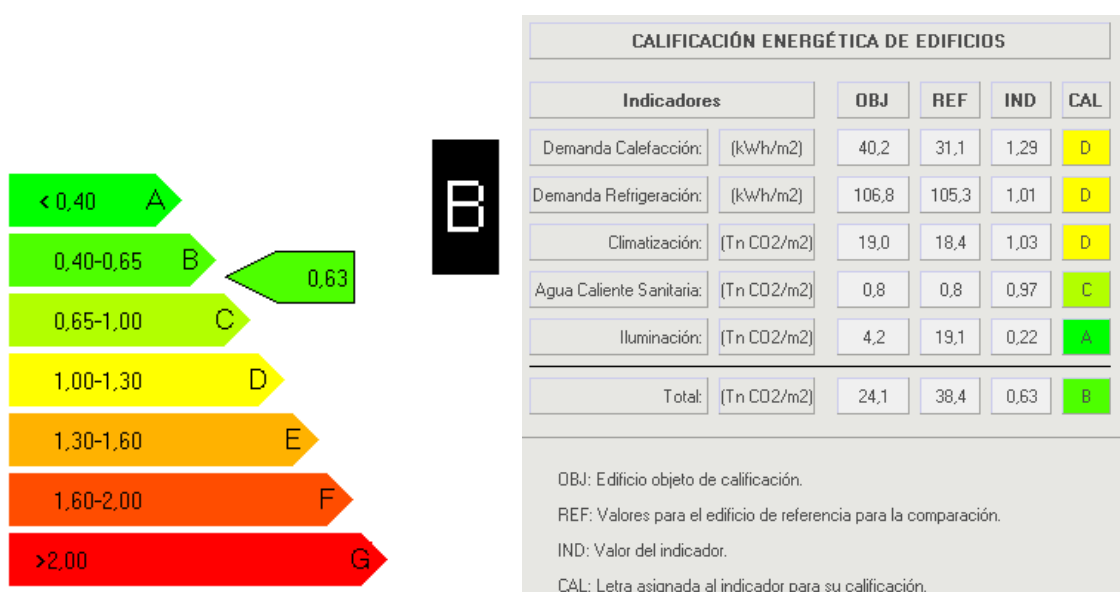
Tras aplicar las medidas de ahorro, estos gráficos muestran la evolución del edificio:



En este caso el ahorro energético toma un papel muy considerable, reduciendo contundentemente los consumos de iluminación y de calefacción.

También es notable el ahorro en ACS, como ya vimos anteriormente en el estudio, debido a la ganancia solar y el aporte de las placas fotovoltaicas al termo eléctrico.

Resulta extraño que pese a mejorar los recuperadores de calor iniciales apenas consigamos reducir consumo de energía final en refrigeración y ventilación. Aunque este último juega un papel importante en la calificación obtenida.



Con todas estas medidas, el consumo de energía final pasa de 228.270,5 KWh a 153.514,2 KWh. Y el coste anual se reduce de 30.626,76€ a 21.539,18€, que frente a los 32.512,94€ iniciales conseguimos un ahorro de 10.973,75€ anuales.

La calificación energética también pasa de D a B, premiando la labor realizada.

Desconocemos el coste de dichas medidas, pero con el nuevo ahorro económico anual la propuesta resulta muy beneficiosa y se amortizaría en pocos años.

En conclusión y como reflexión, sobra decir que si hubiese mayor conciencia sobre la importancia de los estudios y certificaciones energéticas, y no se primase tanto el ahorro económico de costes de instalación frente al ahorro a largo plazo, se limitaría el consumo energético de manera drástica. Y una vez amortizados dichos costes, el usuario dispone de un ahorro producido por los bajos consumos, que puede aprovechar, si así lo desea, en beneficios para sí mismo, para su negocio, ocio... Y así sumando los granitos de arena de cada individuo interesado en ello, se consigue crear una "montaña" de recursos energéticos, que será de mayor o menor tamaño según el tamaño de la conciencia que tengamos sobre ello.